

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: geologie

Studijní obor: geologie a biologie se zaměřením na vzdělávání



Lenka, Bojdová

Karbonská flóra české části hornoslezské pánve a její význam pro biostratigrafii

Carboniferous flora of the Czech part of the Upper Silesian Basin and its stratigraphic importance

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Stanislav Opluštil, Ph.D.

Praha, 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 29.7.2013

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli doc. RNDr. Stanislavu Opluštilovi, Ph.D za ochotu spolupráce, poskytnutý čas a cenné konzultace. Mé velké díky patří také Miroslavu Brziakovi a Ostravskému muzeu, díky jejichž spolupráci vznikla dokumentace přiložených fotografií floristických vzorků. V neposlední řadě děkuji rodinným příslušníkům a svému partnerovi za pomoc s realizací focení vzorků a psychickou podporu.

Osnova

1	Úvod	1
2	Obecná charakteristika karbonu	2
3	Hornoslezská pánev	6
3.1	Výzkum v české části hornoslezské pánve	7
3.2	Vznik hornoslezské pánve	8
3.3	Výplň hornoslezské pánve a její stratigrafické členění	9
4	Karbonská flóra české části hornoslezské pánve a její stratigrafický význam	15
4.1	Třída: Lycopside (Rostliny plavuňovité)	17
4.1.1	Řád: Eleutherophyllales	17
4.1.2	Řád: Selaginellales	18
4.1.3	Řád: Lepidodendrales	18
4.1.4	Řád: Cyclostigmatales	27
4.2	Třída: Sphenopsida (Rostliny přesličkovité)	28
4.2.1	Řád: Sphenophyllales	28
4.2.2	Řád: Equisetales	30
4.3	Polypodiopsida (Rostliny kapradinovité)	35
4.3.1	Řád: Zygopteridales	35
4.3.2	Řád: Osmundales	36
4.3.3	Řád: Marattiales	37
4.3.4	Řád: Polypodiales	38
4.4	Třída: Rostliny lyginodendrové	39
4.4.1	Řád: Lyginodendrales	39
4.4.2	Řád: Medullosales	42
4.5	Umělý systém listů kapradinovitého vzhledu	43
4.5.1	Archaeopterides	44
4.5.2	Sphenopterides	44
4.5.3	Pecopterides	49
4.5.4	Odontopterides	50
4.5.5	Alethopterides	50
4.5.6	Neuropterides	51
4.6	Třída: Cordaitopsida (Kordaity)	51
4.7	Třída: Ginkopsida (Rostliny ginkovité)	53
5	Závěr	54

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá karbonskou flórou české části hornoslezské pánve a hodnocením jejího významu pro stratigrafii. Vegetační pokryv, zvláště pak bujná mokřadní vegetace, jsou významnou složkou pro tvorbu ložisek černého uhlí v období karbonu. Zbytky původního rostlinného pokryvu karbonských bažin jsou dodnes nalézány v podobě zuhelnatělých rostlinných fosílií v horninách doprovázejících uhelné sloje. Jejich přítomnost proto neunikla pozornosti geologů a paleontologů, a tak již od počátku uhelné těžby byly rostlinné otisky sbírány a studovány. Jejich výzkum přispěl nemalou měrou k poznání vývoje rostlinné říše na naší planetě v období svrchního paleozoika. Na principech evoluce rostlinných forem je založeno i praktické využití rostlinných fosílií pro stratigrafické účely. S jejich pomocí bylo možné vrstevní sled uhelných pánví, včetně pánve hornoslezské, rozčlenit do menších úseků a přispět tak k poznání stavby a sedimentární historie. Souborná mocnost uhlonosných sedimentů jen v české části této pánve dosahuje přibližně 4 km a v jejím vrstevním sledu je vyvinuto několik set uhelných slojí, z nichž přibližně 80 je místně či průběžně těžitelných (<http://www.okd.cz>). Uhlonosné sedimenty české části hornoslezské pánve se ukládaly od konce mississippu do konce spodního pennsylvanu v průběhu přibližně 10 milionů let (včetně hiátu mezi ostravským a karvinským souvrstvím). Během tohoto dlouhého časového období se druhové i rodové složení karbonské flóry výrazně změnilo. Výskyt jednotlivých druhů je proto charakteristický vždy jen pro určitou stratigrafickou úroveň pánevní výplně. Podle přítomnosti určitého druhu nebo asociace několika druhů je tak možné zjistit přesnější stratigrafickou pozici v rámci pánevní výplně. Takové informace mají praktický význam zejména při průzkumu uhelných ložisek. Bakalářská práce vznikla za využití hojně dostupné literatury a má rešeršní charakter. První část práce popisuje časové období karbonu a jeho vnitřní členění. Charakterizuje též paleogeografii karbonu a krátce zmiňuje typickou vegetaci a faunu. V následující kapitole s názvem „Hornoslezská pánev“ je popsán vznik české části hornoslezské pánve a členění její sedimentární výplně. Kapitola také stručně pojednává o výzkumných pracích a objevech v české části hornoslezské pánve, které obohatily geology a paleontology řadou cenných poznatků. Poslední část bakalářské práce se zabývá karbonskou flórou, popisuje významné floristické skupiny české části hornoslezské pánve, jejich výskyty a dokumentuje vzhled nejběžnějších druhů skupin doloženými fotografiemi.

2 Obecná charakteristika karbonu

Karbon je paleozoickým obdobím, které spadá do časového úseku stanoveného přibližně mezi $358,9 \pm 0,4$ a $298,9 \pm 0,2$ miliony lety (Grandstein *et al.*, 2012). Nejtypičtějším karbonským sedimentem jsou sloje černého uhlí, které daly útvaru název karbon. Uhelné sloje vznikaly přeměnou rostlinné biomasy nahromaděné za vlhkého podnebí z bujně rostoucí vegetace v rostlinných močálech. Rychlým překrytím dalšími sedimenty se za nepřístupu kyslíku vzniklá rašelina měnila v uhlí. Tvorba ložisek černého uhlí probíhala v pánvích dvojího typu. V limnických pánvích mezi hřbety pohoří, kde probíhala sladkovodní sedimentace a v paralicích pánvích, které byly dočasně zaplavovány mořem, jak je tomu i v hornoslezské pánvi (Chlupáč *et al.*, 2002).

Spodní hranice karbonu je stanovena nástupem konodonta *Siphonodella sulcata* se stratotypem La Serre ve Francii. Jeho svrchní hranice je definována v mezinárodním stratotypu Aidaralaš na Uralu. Období karbonu se dělí na dva podútvary: spodní mississipp a svrchní pennsylvan. Globálně se podútvary mississipp člení na kratší časové úseky (tzv. stupně): tournai, visé a serpuhov. Pennsylvan se člení na stupně: baškir, moskov, kasimov a gžel. Ve střední a západní Evropě se často používá místní (tj. regionálně platné) členění na stupně tournai, visé, namur, westphal a stephan. Srovnání místních stratigrafických členění znázorňuje tabulka 1 (Tab. 1.).

Age (MA)	Epoch/Age (Stage)		Western Europe	North America	China
	Permian				
	298.9		Lebach	Nealian	Zisongian
300	Late Penn.		Kuzel	Virgilian	
	303.7		Stephanian C		Xiaodushanian
			Stephanian B		
305	Kasimovian		Stephanian A	Missourian	
	307.0		Cantabrian		
310	Middle Penn.		(D) Asturian	Desmoinesian	
			(C) Bolsovian		Dalaan
315				Atokan	
	315.2		(B) Duckmantian		
			(A) Langsettian		
320	Early Penn.		Yeadonian		Huashibanian
			Marsdenian	Morrowan	
	323.2		Kinderscoutian		Lousuan
			Alportian		
			Chokierian		
325	Late Miss.		Amsbergian		Dewuan
			Pendleian		
330				Chesterian	
	330.9		Warnantian		
335	Middle Mississippian				Shangsian
				Meramecian	
340			Livian		
345			Moliniacian		Jiusian
	346.7			Osagean	
350	Early Mississippian		Ivorian		
				Kinderhookian	Tangbagouan
355			Hastarian		
	358.9				
360	Silurian			Chatauquan	Gelaohuan

Tab. 1. Stratigrafické členění karbonu (Grandstein *et al.*, 2012, upraveno)

V době před variskou orogenezí byla většina kontinentů spojená ve dva celky, jižně ležící Gondwanu a severně od rovníku ležící Laurussii, které odděloval Rheický oceán. V období variské orogeneze však dochází k rotačnímu pohybu Gondwany ve směru hodinových ručiček, a tím k přibližování Gondwany k Laurussii. Následkem toho se Rheický oceán uzavírá a od konce devonu do začátku karbonu se vytváří v sasko-durynské oblasti a v dalších oblastech střední a západní Evropy vysokotlaké metamorfni jednotky (Nance *et al.*, 2009). Dochází k postupné amalgamací horninových bloků, což vede ke vzniku superkontinentu zvaného Pangea. Působením tlaku dochází k vyvrásnění variského horstva. V permu se k superkontinentu kolizí připojují také Kazachstán a Sibérie (Chlupáč *et al.*, 2002).

Díky procesům odehrávajícím se v karbonu dochází ke změně v postavení pevnin a moří. Pevniny mění svůj reliéf i vegetační pokryv. Tyto jevy zapříčinily spolu s mnoha dalšími faktory výrazné klimatické výkyvy (Chlupáč *et al.*, 2002). Počátkem pennsylvanu došlo k velkému zalednění, které jako jedno ze dvou zalednění zasáhlo zemský povrch během jeho kolonizace cévnatými rostlinami (DiMichele *et al.*, 1996). Zalednění zasáhlo především Gondwanu, ale jeho následky byly pozorovány i v tropických oblastech, kde byly reprezentovány velkým eustatickým poklesem mořské hladiny a opakujícími se klimatickými změnami (DiMichele *et al.*, 1996).

Během svrchního karbonu se podnebí mění na aridní. Dochází k vysušování jezer a bažin, což se projevuje úbytkem uhelných slojí v sedimentech koncem karbonu. Místo šedě zbarvených uhlonosných sedimentů tak od konce karbonu přibývá červeně zbarvených sedimentů, které jsou považovány za projev postupující aridity (Chlupáč *et al.*, 2002).

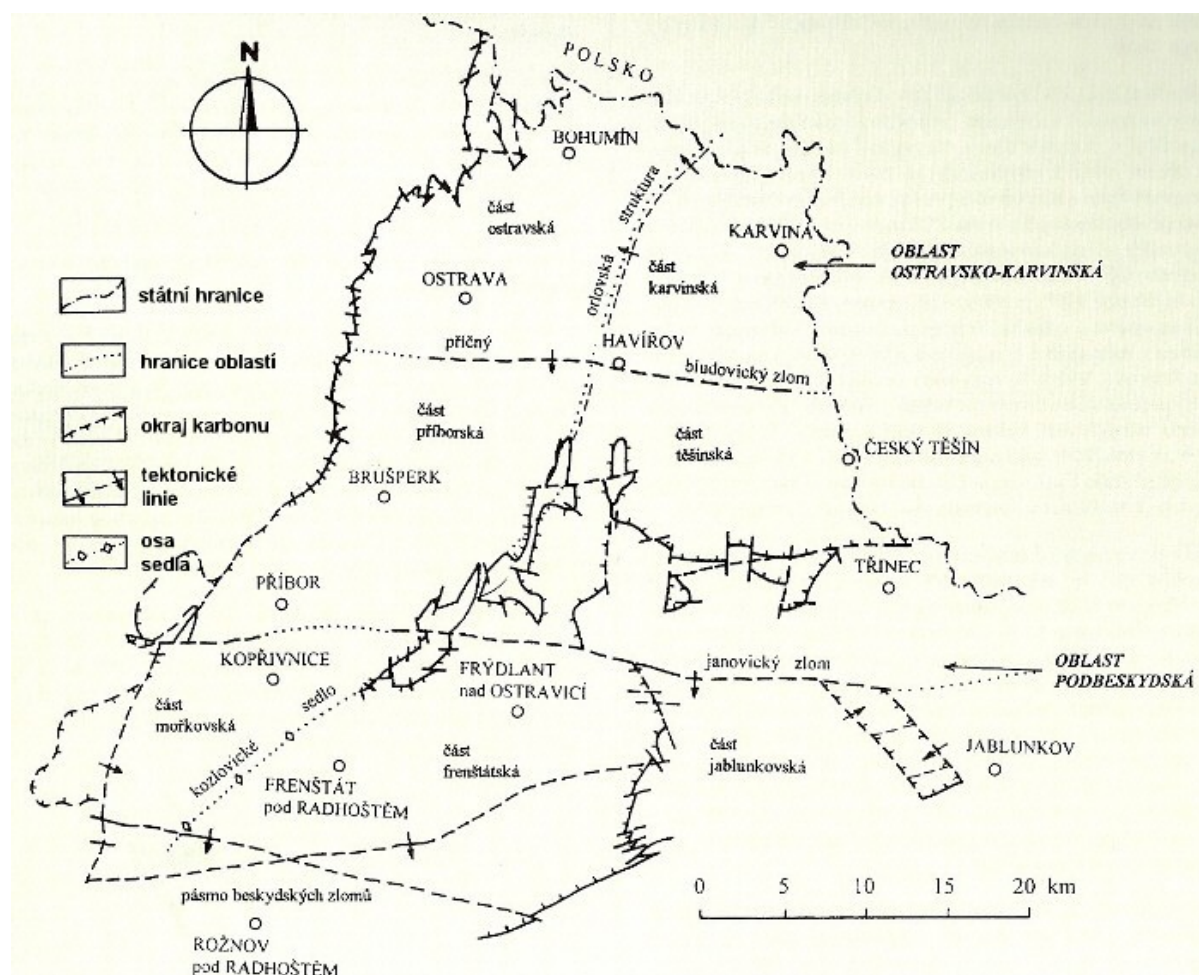
V průběhu fanerozoika docházelo k výrazným změnám hladiny O_2 v atmosféře a v permo-karbonu hodnota dosahovala až 35% O_2 , jak dokazují isotopové analýzy minerálů v sedimentárních horninách (Beerling *et al.*, 2000). Hlavní příčinou růstu hladiny O_2 je vývoj cévnatých rostlin (Beerling *et al.*, 2000). Karbonská flóra navazuje ve vývoji na devonskou. Převládají výtrusné rostliny, které dosahují stromovitých rozměrů (Chlupáč *et al.*, 2002). Dochází k rozrůznění karbonské flóry akoncem karbonu můžeme rozlišit tyto čtyři fytogeografické oblasti: oblast euramerickou se zastoupením stromovitých plavuní a přesliček (Evropa, severní Afrika, severní část Jižní Ameriky a Severní Amerika), kthasijskou zastoupenou především kapradinami (Čína, Korea, Japonsko, Indonésie a západní část USA), angarskou na severní polokouli a gondwanskou s mírným klimatem a s převahou semenných

kaprad'orostů (Pokorný *et al.*, 1992). Karbonská flóra navazuje ve vývoji na devonskou. Vývoj cévnatých rostlin v té době zapříčinil růst hladiny O₂ (Beerling et Berner, 2003). Převládají výtrusné rostliny, které dosahují stromovitých rozměrů (Chlupáč *et al.*, 2002). Dochází k rozrůznění karbonské flóry a koncem karbonu můžeme rozlišit tyto čtyři fytogeografické oblasti: oblast euramerickou se zastoupením stromovitých plavuní a přesliček (Evropa, severní Afrika, severní část Jižní Ameriky a Severní Amerika), kathasijskou zastoupenou především kapradinami (Čína, Korea, Japonsko, Indonésie a západní část USA), angarskou na severní polokouli a gondwanskou s mírným klimatem a s převahou semenných kaprad'orostů (Pokorný *et al.*, 1992).

V mořských faunách dochází na hranici karbonu a permu k vymírání mnoha skupin organismů. Úpadek se dotkl skupin nautiloidních hlavonožců, trilobitů, stromatoporidů a tabulátních korálů. Vymřely pancířnaté ryby. Útesy karbonu jsou tvořeny mehovkami a lilijicemi, jejichž porost vytváří krinoidové louky. Stratigraficky významnými skupinami jsou goniatiti a konodonti. Roste význam foraminifer. Do sladkých vod pronikají stále nové skupiny živočichů, jako jsou paprskoploutvé ryby a mlži. Na souši dochází k pokračování ve vývoji obojživelníků a objevují se první plazi. Ve svrchním karbonu nacházíme i typy podobné savcům sdružované do podtřídy Synapsida (savcovití plazi). Nastává radiace hmyzu díky vzrůstající hodnotě O₂ v atmosféře (Chlupáč *et al.*, 2002).

3 Hornoslezská pánev

Hornoslezská pánev o rozloze přes 7 000 km² se rozkládá na pomezí České a Polské republiky. Česká část pánve zaujímá plochu asi 1 550 km² a je nejvýznamnější černouhelnou pánví v České republice. Reprezentuje závěrečné stádium vývoje moravskoslezské paleozoické pánve vyplněné převážně mořskými sedimenty kulmské facie (Dopita *et al.*, 1997). Hornoslezská pánev se řadí mezi pánve paralicko-limnické (Dopita *et al.*, 1985). Kontinentální sedimentace se zde střídala se sedimentací mořskou. Z regionálně geologického hlediska se člení na 2 části, podbeskydskou a ostravskou část, odděleny od sebe bludovickým výmolem. Hranici mezi ostravskou a karvinskou částí pánve tvoří orlovská porucha (Martinec *et al.*, 2005). Podbeskydská část pánve se dále člení na část příborskou, těšínskou, mořkovskou, frenštátskou a jablunkovskou (Obr. 1.) (Martinec *et al.*, 2005).



Obr. 1. Územní členění české části hornoslezské pánve; 1: česko-polské státní hranice, 2: hranice oblastí, 3: hranice uhlonosného karbonu, 4: tektonické struktury 5: sedlo (Dopita *et al.*, 1997)

Z geotektonického hlediska vývoje patří mezi pánve polytypní (Dopita *et al.*, 1985). Vznikla v předpolí variského orogénu následkem nasouvání lugodanubika na brunovistulické předpolí. Pánev má proto synorogenní charakter a západní část její výplně až po orlovskou poruchu je intenzivně zvrásněna (Dopita *et al.*, 1997). Severní část hornoslezské pánve, na které probíhá těžba, se pracovně označuje jako ostravsko-karvinský revír (OKR).

3.1 Výzkum v české části hornoslezské pánve

Tato podkapitola podává přehled významných výzkumů české části hornoslezské pánve. Většina uvedených informací byla čerpána z publikace Dopity *et al.* (1997).

Počátky výzkumu hornoslezské pánve spadají do počátku 19. století, kdy se začala rozvíjet těžba uhlí a vznikaly i první kartografické mapy. Zároveň probíhala geologická pozorování tohoto území. Ve druhé polovině 19. století započal soustavný výzkum české části hornoslezské pánve. Došlo i k vytvoření prvních geologických map tohoto území. Nejvýznamnějšími pracemi se staly Štúrovy stratigrafické práce (1875, 1877). S rozvojem uhelné těžby iniciované rozmachem těžkého průmyslu se koncem 19. a začátkem 20. století začalo území prozkoumávat hlubinnými vrty, které poskytly další informace o tektonice a stratigrafii. Výsledky jsou shrnuty například v pracích Petraschecka (1910), Mládka (1911) nebo Michaela (1913). Po první světové válce vzniká souborné dílo o české části hornoslezské pánve s názvem *Kamenouhelné doly ostravsko-karvinského revíru* (Folprecht, Patteisky 1928, Šusta 1928).

K oživení geologického průzkumu spjatého především s těžební činností dochází až po druhé světové válce v souvislosti s orientací tehdejšího Československa na těžký průmysl. Výzkum v činných dolech ostravsko-karvinského revíru přispěl například ke zjištění a prozkoumání stratigraficky mladších doubravských vrstev (Strakoš *et al.*, 1962) či k objasnění vývoje sedlových vrstev (Dopita *et al.* 1963; Dopita 1968; Havlena 1972, 1974; Dopita *et al.* 1978; Dopita 1988). Studována byla i přítomnost pestrých vrstev a jejich vliv na kvalitu uhlí (Dopita *et al.* 1955). Paleontologové získávali nové poznatky v oblasti stratigrafie (Řehoř a Zeman 1958; Havlena 1964, 1977, 1982; Purkyňová 1963, 1976, 1983; Dopita 1988) faunistických horizontů (Řehoř *et al.* 1972). Díky novým poznatkům mohly vzniknout přesnější geologické mapy pánve (Prokop *et al.*, 1970).

Počátkem šedesátých let vyšla významná syntetická publikace Havleny (1963), která popisuje podstatnou část české části hornoslezské pánve. Práce shrnující faunistické horizonty byly vydány manželi Řehořovými (1962, 1972).

Díky podrobným studiím vrtů v oblasti OKR a v Paskově došlo i k utřídění informací o výskytu tonsteinů a tufogenních horizontů (Králik *et* Dopita, 1977). Přehled uhelných tonsteinů a brousků byl publikován také Horákem *et al.*, 1992. Zatím poslední podrobnější shrnující publikaci o geologii české části hornoslezské pánve vydali Dopita *et* Kumpere (1993).

3.2 Vznik hornoslezské pánve

Geologicky nejstarším hlavním procesem, který výrazně ovlivnil složení Českého masivu, je kadomská orogeneze. Ta se odehrávala na rozhraní prekambria a paleozoika. Zbytky hornin kadomského horstva dnes tvoří jádro Českého masivu, včetně podloží hornoslezské pánve (Chlupáč *et al.*, 2002). Konečnou geotektonickou podobu však Český masiv dostal až v průběhu variské orogeneze, během níž byly jeho dílčí jednotky stmeleny do dnešní podoby (Chlupáč *et al.*, 2002). V období před variskou orogenezí byly od sebe bloky Českého masivu odděleny a jádro Českého masivu bylo původně součástí Gondwany (Pokorný *et al.*, 1992). Český masiv se skládá ze čtyř původně samostatných bloků (teránů), které se počátkem spodního paleozoika procesem riftogeneze oddělily od severního okraje Gondwany a následně driftovaly k severu. K jejich postupné amalgamací docházelo v průběhu od konce spodního paleozoika až do konce visé, kdy došlo ke konečnému spojení západněji ležící lugodanubické části Českého masivu s brunovistulíkem – kadomsky konsolidovaným blokem tvořící podloží hornoslezské pánve. Soudí se, že brunovistulikum bylo již od konce kambria součástí Avalonie (Matte, 2000). Dnes brunovistulikum tvoří základ širší regionálně geologické jednotky moravoslezika, jejíž součástí je i hornoslezská pánev.

Pro moravskoslezskou oblast má variské vrásnění zásadní význam. Deformační účinky variského vrásnění jsou nejsilnější v západní části oblasti a směrem k východu jejich intenzita klesá. Stejným směrem ubývá i variského postižení podloží paleozoických sledů brunovistulika. Předpokládá se, že se brunovistulikum podsouvalo pod moldanubickou desku a západosudetskou oblast (Kachlík).

Hornoslezská pánev představuje závěrečné vývojové stádium moravskoslezské paleozoické pánve, která je dále součástí komplexu pánví vznikajících v severním

(v případě hornoslezské pánve východním) předpolí flyšových příkrovů rhenohercynika. Vývoj této zóny začíná již v devonu ukládáním klastik a karbonátů vystupujících dnes zejména v jižní části pánve v Moravském krasu. V průběhu tournai a mississippu se pánev prohloubila a ukládaly se v ní především sedimenty kulmské facie zastoupené převážně střídajícími se polohami břidlic s mořskou faunou a drob ukládané převážně z turbiditních proudů. Koncem mississippu, v serpuchovu (namur A), se však ve změklčené pánvi začíná uplatňovat i sedimentace v příbřežním, převážně deltovém prostředí zplavovaném mořem (paralická uhlonosná molasa). V období mezi mořskými záplavami se v pánvi vytvářejí rozsáhlá rašeliniště, základ budoucích uhelných slojí. Koncem serpuchovu moře ustupuje a sedimentace od počátku pennsylvanu již probíhá v čistě kontinentálním prostředí mimo přímý dosah mořských záplav (kontinentální uhlonosná molasa).

Po ukončení sedimentace v hornoslezské pánvi se celá oblast Českého masivu stala součástí epivariské platformy. Alpínský orogenní cyklus (křída - miocén) poznamenal jen kraje platformy. Na východě nasunul na hornoslezskou pánev příkrovy Západních Karpat. Následkem těchto procesů je zejména vznik zlomových pásem směru SZ-JV rovnoběžných s tzv. labskou linií (Chlupáč *et al.*, 2002).

3.3 Výplň hornoslezské pánve a její stratigrafické členění

Stratigrafické rozpětí sedimentární výplně hornoslezské pánve zaujímá období od serpuchovu (původně namur A) až do kasimovu (původně stefan A). V české části pánve však nejmladší jednotky chybí a vrstevní sled končí ve svrchním baškiru (westphál A). Mladší část vrstevního sledu je známa pouze z polské části pánve. Z historických důvodů, daných samostatností výzkumu české a severněji ležící polské (původně částečně i německé) části pánve, je stratigrafické členění české části poněkud odlišné od polského členění. Výplň českého úseku hornoslezské pánve se člení do dvou souvrství: staršího ostravského a mladšího karvinského (Tab. 2.).

MISSISSIPPI		PENNSYLVAN							STRATIGRAFICKÉ ČLENĚNÍ ČESKÉ ČÁSTI HORNOSLEZSKÉ PÁNVE			
VISÉ	NAMUR	WESTPHAL				STEPHAN						
		spodní	střední	svrchní	langsett	duckmant	bolsov	astur				
		E ₁	E ₂	H	R	G	souvrství ostravské		souvrství karvinské		VRSTVY DOUBRAVSKÉ	
		spodní	spodní	svrchní	spodní	svrchní	VRSTVY PETŘKOVICKÉ		VRSTVY HRUŠOVSKÉ		VRSTVY JAKLOVECKÉ	
							VRSTVY PORUBSKÉ		HIÁT		VRSTVY SEDLOVÉ	
		hradecko - kyjovické s	spodní	spodní	spodní	svrchní	VRSTVY DOUBRAVSKÉ		VRSTVY SUŠSKÉ		VRSTVY SEDLOVÉ	
							VRSTVY DOUBRAVSKÉ		VRSTVY SUŠSKÉ		VRSTVY SEDLOVÉ	

Tab. 2. Stratigrafické členění výplně české části hornoslezské pánve (Pešek *et* Sivek, 2012, upraveno)

Ostravské souvrství (namur A)

Představuje paralicovou uhlonosnou molasu vyvíjející se ve spodním namuru. Ze stratigrafického hlediska jsou pro toto období velmi důležité faunistické skupiny horizontů, zejména goniatických, kterých je ale v hornoslezské pánvi oproti jiným karbonským evropským oblastem nedostatek. Proto bylo ostravské souvrství zařazeno do spodního namuru především díky hojně zastoupené makroflóře s charakteristickým druhem *Sphenopteris adiantoides* (Obr. 2.). Sedimenty souvrství vznikaly postupným vývojem z neuhlonosné molasy hradecko-kyjovického souvrství kulmu. Litologie ostravského souvrství je velmi pestrá. Střídají se zde cyklicky uspořádané polohy mořských, brakických a terestrických sedimentů, v nichž se občas vyskytují i polohy vulkanogenních hornin (Pešek *et* Sivek, 2012). Horniny vulkanoklastického původu jsou označovány jako brousky, pseudobrousky a uhelné tonsteiny (Králik *et* Dopita, 1977). Dokladem mořských ingresí jsou mořské a brakické sedimenty s faunou včetně vzácně se nalézajících trilobitů. Faunistické horizonty společně s polohami vulkanoklastik slouží k detailnějšímu členění souvrství do čtyř dílčích jednotek na petřkovické vrstvy, hrušovské, jaklovecké a porubské vrstvy.



Obr. 2. Nejběžnější rostlinný druh ostravského souvrství *Sphenopteris adiantoides*¹

¹ Přiložené fotografie stratigraficky významných zástupců české části hornoslezské pánve jsou v práci vždy uvedeny v přirozené velikosti.

- Petřkovické vrstvy získaly název podle obce Petřkovice. Jsou nejstarší jednotkou ostravského souvrství. Vytvářejí přechod mezi neuhelnou flyšovou sedimentací moravsko-slezské pánve a uhelnou paralickou molasou hornoslezské pánve (Hýlová *et al.*, 2012). Jejich spodní hranice leží ve stropu Štúrova mořského patra. Svrchní hranice je vymezena významným petrografickým horizontem ostravského brousku (Havlena, 1962). V místech, kde tento horizont není vyvinut, je svrchní hranice vrstev kladena do stropu skupiny faunistických horizontů (dále jen sk. f. h.) Naneta. Mocnost petřkovických vrstev dosahuje na Ostravsku až 760 m, na Karvinsku klesá na 400 m (Pešek *et Sivek*, 2012). Vrstvy na povrch vystupují pouze v západní části města Ostravy. Ve vrstvách se cyklicky opakuje sedimentace pískovců, prachovců a jílovců. V jednotce převažují pískovce nad aleuropelity (Pešek *et Sivek*, 2012). Z Ostravského souvrství obsahují nejvíce poloh vulkanogenních hornin. V současnosti jsou sloje petřkovických vrstev těženy pouze na dole Paskov v závodě Staříč (Pešek *et Sivek*, 2012).
- Hrušovské vrstvy jsou vrstevní jednotkou pojmenovanou podle obce Hrušov. Jednotka je na bázi vymezena hlavním ostravským brouskem. Strop jednotky leží v horní ploše skupiny faunistických horizontů sloje Enna. Mocnost jednotky dosahuje až 1100 m. Směrem k V a k J se mocnost snižuje, na Karvinsku na 400 m a na J pánve na 200 až 36 m (Pešek *et Sivek*, 2012). Sk. f. h. Františky s písčitými a jílovitými sedimenty rozděluje jednotku na svrchní a spodní část. Tento bezeslojný úsek je mocný téměř 170 m (Pešek *et Sivek*, 2012). Druhým bezeslojným úsekem je sk. f. h. Enna mocná až 240 m (Pešek *et Sivek*, 2012). Hrušovské vrstvy vycházejí na povrch v severní části Ostravy (Dopita *et al.*, 1997) a dnes jsou ojediněle těženy v dolu Paskov v závodě Staříč.
- Jaklovecké vrstvy byly pojmenovány podle vrchu Jaklovec v Ostravě. Spodní hranice těchto vrstev leží ve stropu mořských horizontů skupiny Enna. Svrchní hranice těchto vrstev je ve stropu mořských horizontů Barbora. Největší mocnosti až 420 m dosahují jaklovecké vrstvy v petřvaldské dílčí pánvi, v karvinské oblasti je jejich mocnost redukována o 35 % (Martinec *et al.*, 2005). Písčitost jakloveckých vrstev dosahuje až 60 %, objevují se i tenké vložky slepenců a stoupá příměs K-živců (Pešek *et Sivek*, 2012). Dnes jsou zachovány

pouze v depresních strukturách. Jediný přirozený výchoz těchto vrstev lze vidět za nízkého stavu hladiny v korytě řeky Ostravice pod Sýkorovým mostem v Ostravě. Faunistické horizonty ve svrchní části jakloveckých vrstev obsahují především mořskou faunu. Ve spodních částech nalézáme sladkovodní faunu. Sloje této jednotky se v současné době nedobývají (Pešek *et* Sivek, 2012).

- Porubské vrstvy jsou kladeny mezi svrchní vrstevní plochu mořských horizontů Barbory a bázi sloje Prokop. Ve své svrchní části obsahují poslední skupinu mořských horizontů tzv. Gaeblerovu skupinu. Na Karvinsku dosahují mocnosti 720 m, zatímco západně od orlovské struktury jsou zachovány pouze v reliktech. Směrem k J a V klesá jejich mocnost až na polovinu. Písčitost této jednotky přesahuje 50 %. Na bázi porubských vrstev leží tzv. zámecký slepenec tvořen středno až hrubozrnnými pískovci s polohami slepenců. V současné době jsou sloje porubských vrstev těženy několika doly v karvinské části pánve (Pešek *et* Sivek, 2012).

Karvinské souvrství (namur B až westphal A)

Sedimenty karvinského souvrství se ukládaly během středního a svrchního namuru a spodního westphalu (Dopita *et al.*, 1997). Sedimentační procesy v pánvi začaly po intranamurském hiátu, kdy moře ustoupilo k severu. Přerušení sedimentace je doloženo vznikem několikacentimetrové silkrustové fosilní půdy – ganistru nebo černého písčitého karbonátu prorostlého apendixy stigmarií (Pešek *et* Sivek, 2012). Ten nalezneme v počvě sloje Prokop na bázi karvinského souvrství. Délka hiátu je doložena nepřítomností goniatitové zóny H a je odhadována na 2 – 4 milióny let (Pešek *et* Sivek, 2012). Existence hiátu je doložena také palynologicky a makrofloristicky podloženou změnou flóry (Gastaldo *et al.*, 2009; Gothan, 1913) i změnou v petrografickém složení uhlí. Oproti ostravskému souvrství se paleogeografie pánve výrazně změnila. Protože pánev ztratila spojení s mořem a sedimentace karvinského souvrství probíhala výlučně v kontinentálních podmínkách. Vytvořila se kontinentální molasa, ve které se střídají výlučně terestrické cykly sedimentů fluviolakustrinního původu s vulkanogenními polohami hornin (Pešek *et* Sivek, 2012). Na našem území se vytvořilo několik výlučně sladkovodních faunistických horizontů, z nichž nejvýznamnější je Hubertův horizont oddělující svrchní a spodní sušské vrstvy (Pešek *et* Sivek, 2012). Mocnost souvrství je denudační a nepřesahuje hodnotu 1 200 m.

Zachovalo se pouze východně od orlovské struktury na Karvinsku a v jižní části pánve na Frenštátsku v podloží karpatských příkrovů (Pešek *et* Sivek, 2012). Na mnoha místech se vyskytují barevná, petrograficky odlišná klastika tzv. pestrých vrstev (Pešek *et* Sivek, 2012). Souvrství se člení do tří vrstevních jednotek:

- Sedlové vrstvy mají spodní hranici vymezenou počvou sloje Prokop. Svrchní hranice leží v počvě sloje 605/606. Z hlediska těžby se v současné době jedná o nejdůležitější jednotku české části pánve. Mocnost vrstev dosahuje hodnoty až 320 m a směrem k J se snižuje (Pešek *et* Sivek, 2012). Hojně jsou zastoupeny pískovce a slepence, jejichž hodnota zastoupení dosahuje 70 – 85 %. Často se nacházejí i pestré vrstvy. Na území české části hornoslezské pánve jsou sedlové vrstvy známy z Karvinska a z podbeskydské oblasti. Z hlediska rozrůznění vlastností (uhlonosnosti, vývoje a mocnosti) jsou sedlové vrstvy rozčleňovány na dva úseky. Spodní úsek o mocnosti okolo 90 m obsahuje tři až šest slojí, jejichž průměrná mocnost dosahuje hodnoty přes 3,5 m. Svrchní úsek má průměrnou mocnost 135 m a obsahuje tři až deset slojí s průměrnou mocností 1,1 m (Martinec *et al.*, 2005).
- Sušské vrstvy, pojmenované podle obce Suchá, mají spodní hranici v počvě sloje 605 a svrchní hranici v počvě sloje 804. Úplná mocnost vrstev dosahující až 400 m je zachována pouze na Karvinsku a směrem k J a k Z klesá (Pešek *et* Sivek, 2012). Vrstevní jednotka je dosti chudá na faunistické nálezy, které indikují výlučně sladkovodní prostředí. Nejpočetnější nálezy fauny jsou ve sk. f. h. Huberta, významného jezerního horizontu. Tento horizont rozděluje vrstvy na svrchní a spodní. Pískovce spodní části sušských vrstev se podobají vrstvám sedlovým (Pešek *et* Sivek, 2012). Svrchní sušské vrstvy jsou podstatně jemnozrnější (Pešek *et* Sivek, 2012)
- Doubravské vrstvy mají jméno odvozené od obce Doubrava. Spodní hranice vrstevní jednotky se klade do počvy sloje 804. Strop jednotky je erozní. Vývoj je plynulý s cyklickou stavbou. Jejich mocnost se pohybuje od 220 do 260 m. Vrstvy se rozdělují na svrchní a spodní. Rozčlenění vzniklo dodatečně, hlavně kvůli nutnému označování vrtů. Vyskytují se pouze v karvinské části. Svrchní doubravské vrstvy jsou zachovány jen místy (např. v okolí Dětmarovic) a obsahují jen málo mocné sloje hojně prostoupeny proplástkami.

4 Karbonská flóra české části hornoslezské pánve a její stratigrafický význam

Karbonská flóra české části hornoslezské pánve zaujala řadu geologů a paleontologů již koncem 19. století, a proto byla intenzivně zkoumána řadou odborníků. Mnoho výzkumů karbonské flóry se odehrává v polské, ale i v české části hornoslezské pánve a společnou syntézou poznatků českých a polských výzkumů se vytváří dávný obraz minulosti planety Země. K předním českým paleontologům zabývajícím se výzkumem karbonské flóry patří Štúr D., který publikoval již ve druhé polovině 19. století německá díla zabývající se karbonskou květenou. Další významnou osobností je zakladatel Národního muzea v Praze Kašpar Maria hrabě Sternberg (1761 – 1838), který patří k jedněm ze zakladatelů paleobotaniky a r. 1820 vydal dílo o floristických fosiliích. Pro paleontologickou sbírku Ostravského muzea je velmi důležitou osobou Šusta V., který roku 1933 věnoval muzeu větší část své rozsáhlé sbírky nerostů, hornin a zkamenělin, pocházející především z Ostravska (<http://www.ostrmuz.cz>). Jeho sběry pochází hlavně z dolů na Karvinsku a převažuje v nich flóra. Roku 1924 publikoval dílo *Geologie uhelné sloje č. 14 vrstev karvinských*. Nemalou měrou přispěla k poznání karbonské flóry Purkyňová E., která pod odborným vedením Němejce F. sepsala dílo s názvem *Flóra produktivního karbonu ostravsko-karvinského revíru* (1962). Po té pokračovala četnými publikacemi (1963, 1970, 1971, 1976, 1977, 1983, 1990) a spolu s Šimůnkem publikovala např. článek *Ecological persistence in the late Mississippian (Serpukhovian - Namurian A) megafloral record of the Upper Silesian Basin* (2009). Přispěla články také do časopisu Českého zemského muzea (2000) a publikovala práce v České geologické službě. Flóru podrobně studoval Němejc (souhrn 1953, 1963). O. Feistmantel monograficky zpracoval permokarbonskou flóru Gondwany. Z dalších osobností mohu jmenovat Šetlíka (1977), Havlenu (1977), Patteiského (1933, 1941). V historickém výčtu významných osobností studia karbonské flóry bychom jistě našli spoustu dalších jmen, která kvůli omezenému rozsahu práce nemohou být všechna uvedena.

Karbonská flóra svým vývojem navazuje na flóru svrchního devonu, ve které již existovaly prakticky všechny hlavní vývojové skupiny známé z období karbonu. V karbonské flóře převažovaly výtrusné rostliny nad semennými typy. Zastoupení a diverzita nahosemenných rostlin narůstá v období pennsylvanu (svrchního karbonu). Nejhojnější fosilní zbytky karbonských rostlin pocházejí z uloženin doprovázejících

uhelné sloje, které představují v naprosté většině nížinné a většinou mokřadní typy rostlin. Rekonstrukci karbonské krajiny ukazuje obr. 3.



Obr. 3. Rekonstrukce karbonské krajiny (<http://paleobiology.si.edu>).

Níže je uvedena část systematického dělení rostlin důležitých pro uhlotvornou vegetaci karbonu české části hornoslezské pánve podle Němejce, 1963 a 1968.

Oddělení: Pteridophyta (Kapradořosty)

Třída: Lycopsida (Rostliny plavuňovité)

Třída: Sphenopsida (Rostliny přesličkovité)

Třída: Polypodiopsida (Rostliny kapradinovité)

Oddělení: Pteridospermophyta (Rostliny kapradosemenné)

Třída: Lyginodendropsida (Rostliny lyginodendrové)

Třída: Cordaitopsida (Kordaity)

Oddělení: Gymnospermophyta (Rostliny nahosemenné)

Třída: Ginkopsida (Rostliny ginkovité)

4.1 Třída: *Lycopside* (Rostliny plavuňovité)

Plavuňovité rostliny jsou jednou z nejvýznamnějších skupin permokarbonských ekosystémů. Jejich nejstarší nálezy pocházejí z období spodního siluru (Kotyk *et al.*, 2002), ale dobu největšího rozmachu zaznamenaly až v období od spodního mississippu do konce středního pennsylvanu, kdy vytvářely husté lesní porosty na bažinatých místech v pobřežních nížinách i ve vnitrozemí. Změny klimatu na konci karbonu však zapříčinily jejich hromadné vymírání zejména stromovitých forem. Dnešní zástupci představují bylinné formy drobného vzrůstu. Obývají ekologické niky, jako jsou bažiny, slatiniště či sladkovodní nádrže. Jedná se o monofyletickou skupinu tvořící bazální vývojovou linii cévnatých rostlin (Taylor *et al.*, 2009), která se dělí do pěti podtříd *Protolycopodiidae*, *Phylloglossidae*, *Eleutherophyllidae*, *Lycopodiidae*, *Lepidodendridae* rozdělujících se do mnoha řádů a čeledí (Němejc, 1963). Řády a čeledě významné pro období karbonu, zvláště pak pro českou část hornoslezské pánve budou popsány dále v textu. Některé ze skupin, jako např. řád *Lycopodiales*, *Tristachyales* a čeleď *Bothrodendraceae*, jsou bezesporu v pánvi také zastoupeny, ale jelikož nebyli nalezeni jejich zástupci, uvádím je zde pouze ve výčtu.

4.1.1 Řád: *Eleutherophyllales*

Typickým zástupcem tohoto řádu je rod *Eleutherophyllum* Stur, který nacházíme v evropských pánvích namurských vrstevních sledů. V hornoslezské pánvi se vyskytuje druh *Eleutherophyllum mirabile* Stur, který vytvářel křovité porosty zachycené v zemi silnými oddenky. Oddenkové otisky jsou asi 3 cm tlusté, rýhované a diferencované na nody a internodia. Z nodů pak vyrůstaly listy, pod kterými se bohatě větvily pravé kořeny, které dnes reprezentují okrouhlé jizvy (Purkyňová, 1962). Čláňkované stonky nesou úzké polštářky s trnovitými a jednou dichotomicky štěpenými listy (Purkyňová, 1962). Ty vyrůstají z nodů v přeslenech a vzhledem se vůbec neliší od plodných listů.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Druh *Eleutherophyllum mirabile* Stur nacházíme v petřkovických a hrušovských vrstvách (Němejc, 1963). Často se zachovávají jeho členěné oddenkové otisky.

4.1.2 Řád: *Selaginellales*

Tato skupina je zastoupená recentními i fosilními rostlinami. Fosilní nálezy řadíme k rodu *Selaginellites* Zeiller, který se vyvinul z homosporních ligulátních rostlin ve středním devonu (Taylor *et al.*, 2009). Jedná se o bylinné formy rostlin, často plazivé nebo epifytické, s bohatě vidličnatě větvenými lodyhami nesoucími spirálně stočené či vstřícné listy uspořádané ve čtyřech řadách. Jsou ligulátní a heterosporní (Taylor *et al.*, 2009). Dnešní zástupci skupiny mají anizofylní charakter. Mají listy umístěny ve čtyřech řadách, z nichž 2 řady jsou tvořeny menšími listy. Rozmnožovací orgány jsou variabilní - od málo rozlišených plodných větviček až po vytvoření výtrusných šištic. V hornoslezské pánvi se vyskytují ojediněle v karvinských vrstvách a zatím nejsou podrobněji zpracovány (Purkyňová, 1962).

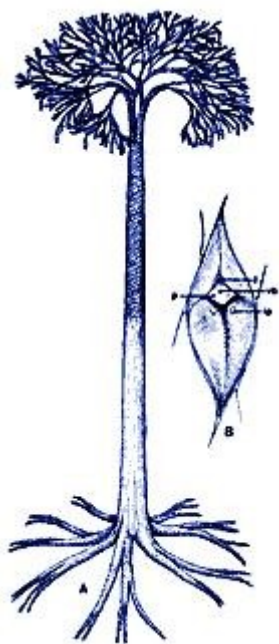
4.1.3 Řád: *Lepidodendrales*

Do této skupiny patří rostliny keřového až stromovitého vzrůstu se schopností druhotného tloustnutí. Tato skupina rostlin tvořila nejnápadnější dominantu karbonské krajiny. Její zástupci se podíleli na produkci biomasy budoucích uhelných slojí v tropických oblastech Pangée v období westphalu z více než 70 % (Phillips *et al.*, 1985). Během konce westphalu se však jejich četnost v Euramerice začala snižovat (Taylor *et al.*, 2009). Příčinou vymírání byla postupná aridizace klimatu a nejspíš další klimatické změny (DiMichelle *et Phillips*, 1994; Taylor *et al.*, 2009). Plavuňovité rostliny se dělí do několika čeledí, z nichž skupiny významné pro karbonskou flóru hornoslezské pánve budou uvedeny dále v textu.

4.1.3.1 Čeleď: *Lepidodendraceae*

Skupina zahrnuje stromovité plavuně s bohatě větvenou korunou dorůstající výšky až 30 m. Druhy rostoucí v rašelištích však byly podstatně menší kvůli menšímu množství živin v substrátu, jak ukazují nálezy v petrifikované rašelině (DiMichele, 1981). Kvůli svým velkým rozměrům se nezachovávají v celku, ale nacházíme jejich úlomky v podobě orgánů olistěných větviček, kůry, listů, kmenů, šištic a mnohých dalších a díky těmto poznatkům vytváříme rekonstrukce celých rostlin (Obr. 4.). Pro ulehčení taxonomie paleobotanikové vytvořili nomenklaturu, kde jsou izolovaně se

nacházející části rostlin označovány samostatnými binomickými názvy (tzv. umělý systém).



Obr. 4. Rekonstrukce arborescentního rodu *Lepidodendron*. (<http://www.museum.state.il.us>)

Listy těchto rostlin jsou zásobovány jedním cévním svazkem kolaterální povahy. Čárkovité jednožilné listy mikrofylního původu se vyvinuly nejspíš z enafylů tak, že do nich pronikla žilka ze stéle (Kvaček *et al.*, 2000). Na spodní straně listů jsou dva žlábký, ve kterých se soustřeďují průduchy. Na kůře se po opadu listů zachovávají kosočtverečné listové polštářky s listovou jizvou uprostřed. Charakteristickým určovacím znakem druhů je uspořádání listových polštářků na kmeni, jejich anatomie a morfologie. V listové jizvě vystupuje jeden vtisk po cévním svazku a dva vtisky po kanálcích větracího pletiva parichnos, které prochází celou rostlinou a slouží k provětrávání nebo k sekreci rostliny. Nad listovou jizvou zůstává jamka po odpadlé ligule. Pod listovou jizvou bývají u některých typů dva další vtisky po kanálcích parichnos (Taylor *et al.*, 2009). Vedle opadavých rodů existují i rody, jejichž listy spíše sesychaly, odtrhávaly se a ve fosilním záznamu tak vznikly nepravé jizvy.

Sporofyly vytvářejí šištice označované jako *Lepidostrobus* (jednodomé) nebo *Flemingites* (dvoudomé) umístěné obvykle na koncích větví. U některých druhů vyrůstaly šištice rovnou na kmeni a po odpadnutí zanechávaly kruhové jizvy. Šišky opadávaly většinou v celku, ale známe i druhy, kde se postupně rozpadávaly a ve fosilním záznamu pak nalézáme izolované sporofyly označované jako *Lepidostrobophyllum* Hirmer. Sporangia vyrůstají jednotlivě na sporofylech (Kvaček *et*

al., 2000). Sporofyty nesoucí sporangia mohou mít fotosyntetizující funkci, ale mohou také tvořit nefotosyntetizující útvary strobili (Taylor *et al.*, 2009).

Kmeny se větví dichotomicky nebo kombinací dichotomického a monopodiálního větvení a měly většinou schopnost druhotného tloustnutí.

Kůra je mohutně vyvinuta a měla nejspíš mechanickou zpevňovací funkci (DiMichele *et Phillips*, 1994). Ve spodní části kmene kůra následkem zvětšování jeho průměru během růstu praskala a odlupovala (tzv. dekortikace), celý proces vedl ke vzniku dekortikátů. Podle hloubky odloupení kůry se liší také vlastnosti zachovaných fosílií a různě tlusté kusy kůry mají přidělené starší terminologické názvy: *Bergeria* Presl. je sloupnutá pouze vnější vrstvička parenchymu listových polštářků s pokožkou; *Aspidiaria* Presl. je sloupnutá celá parenchymatická vrstva listových polštářků; *Knorria* Sternb. vznikla rozpadem pletiv do různých zón vlastní kůry; *Aspidiopsis* Pot. vzniká sloupnutím celé korové vrstvy až na dřevní válec (Němejc, 1963).

Báze kmene se dichotomicky větví do několika podzemních částí (tzv. stigmarií) nesoucí helikálně uspořádané duté kořeny appendices (Kvaček *et al.*, 2000). Kořeny jsou primárně větvené a běžně se vyskytují v těsném podloží uhelných slojí, kde tvoří tzv. kořenové půdy. Čeled' obsahuje 2 rody: *Lepidodendron* Sternb. a *Lepidophloios* Sternb., na jejichž příbuznost ukazují podobné reprodukční vlastnosti i podobné ekologické niky dlouhodobě zaplavené stojatou vodou (Bateman *et al.*, 1992).

Rod *Lepidodendron* Sternb. s téměř plochými listovými polštářky má většinou krátké listy srpovitě prohnutého tvaru. Objevuje se v mississippu, nejhojnější je však ve spodním až středním pennsylvanu. Charakteristickým znakem jsou úzké kosočtverečné listové polštářky (Němejc, 1963). Tvoří válcovité tenké šišky s výtrusy téměř homosporickými až po výraznou heterosporii. V lodyze jsou cévní svazky uspořádány od protostélie až k sifonostélii (Němejc, 1963). Jde o velmi hojnou a charakteristickou složku euramerické floristické provincie.

Rod *Lepidophloios* má kosočtverečné listové polštářky silně kónicky klenuté a navzájem se šupinovitě překrývají. Vyskytuje se hojně od namuru až do konce westphalu a vzácně i ve stefanu. Listy trávovitého vzhledu dosahují délky až několik dm. V lodyze jsou cévní svazky uspořádány do sifonostélé a na kmeni bývá častá kauliflorie (Němejc, 1963). Zástupci rodu *Lepidophloios* byli pravděpodobně menšího vzrůstu než lepidodendra, ale jinak se jim velmi podobají. Uspořádání listových polštářků má u rodu *Lepidophloios* spirálovitý charakter. Nad listovou jizvou jsou umístěny vtisky liguly (Taylor *et al.*, 2009).

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Následující seznam zahrnuje druhy nalezené v české části hornoslezské pánve.

1. otisky kůry

Lepidodendron veltheimi Sternberg má listovité polštářky větvenovitého tvaru, které jsou od sebe vždy odděleny tenkou vrstvou kůry (Purkyňová, 1962). Jejich horní a dolní okraje jsou protáhlé a zahnuté na opačné strany. Asi v jedné třetině horní části listového polštářku leží listová jizva (Obr. 5A). Stratigraficky je tento druh významný pro celý spodní namur a lze jej nalézt v celém ostravském souvrství.

Lepidodendron volkmannianum Sternberg je druh, jehož polštářky se směrem k bázi zužují a nahoře i dole jsou rovně uťaty. Listová jizva má kosočtverečný tvar. Charakteristickým znakem tohoto druhu je uspořádání polštářků v podélných řadách nad sebou. Vyskytuje se pouze v petřkovických vrstvách.

Lepidodendron obovatum Sternberg tvoří kosočtverečné listovité polštářky, které jsou od sebe odděleny ostrými rýhami. V horní třetině polštářku leží listová jizva, která je nízká a protažená do šířky (Obr. 5B). Patří k běžným druhům v celém karvinském souvrství. V ostravském souvrství se vzácně vyskytuje v porubských vrstvách.

Lepidodendron aculeatum Sternberg je nápadný velkými, až >3 cm dlouhými větvenovitými a podélně asymetrickými polštářky s horním a dolním koncem směřujícím na opačnou stranu (Obr. 5C). Vyskytuje se v celém karvinském souvrství.

Lepidodendron ostraviensis Šusta má velké kosočtverečné a výrazně klenuté polštářky s falešnou listovou jizvou. Nejspíš se jedná o endemický druh. Nalézá se vzácně a pouze v ostravském souvrství.

Lepidophloios laricinus Sternberg je charakteristický kosočtverečnými polštářky, které jsou širší než delší. Vyskytuje se v celém ostravském i karvinském souvrství.

2. šišťice

Lepidostrobus variabilis Lindley et Hutton je fosilizovaná válcovitá šišťice skupiny *Lepidodendraceae*, která zasahuje do celého karvinského souvrství.

Lepidostrobus silesiacus Šusta označuje úzké válcovité šišťice (Obr. 5D) nacházející se v celém karvinském souvrství.

3. izolované sporofyly

Lepidostrobophyllum lanceolatum Lindley et Hutton je označení pro izolované sporofyly vzniklé rozpadem původní šišťice. Skládají se z pedicelu nesoucího

sporangium a laminy. Jsou obvykle krátké, jejich délka je asi 5 cm. Nalézají se v sušských a doubravských vrstvách.

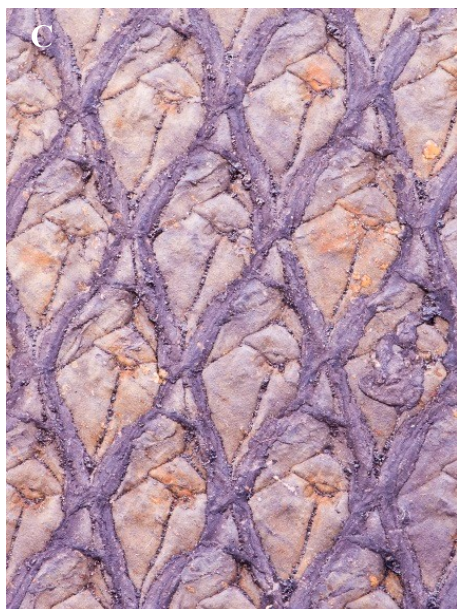
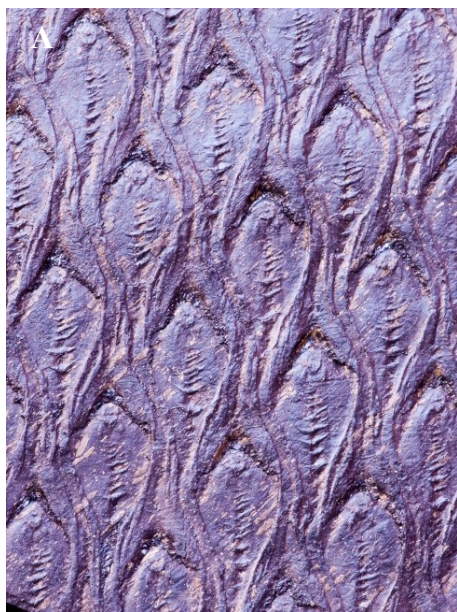
Lepidostrobophyllum majus Brongn. reprezentuje sporofyly kopinatého tvaru a jsou protkány velmi výrazným silným nervem. Jejich délka dosahuje až 15,5 cm. Vyskytuje se hojně v sušských a doubravských vrstvách.

4. podzemní orgány

Stigmaria ficoides Sternberg je označení pro zcela hladké podzemní větrovité orgány nesoucí vlastní kořeny (appendices), které vyrůstají ve spirále. Po odpadnutí kořínků vznikají na stigmáriích charakteristické kruhové jizvičky s otiskem cévního svazku uprostřed. Je znám od mississippu až do spodního permu. Kvůli svému velkému stratigrafickému rozpětí je přisuzován více lepidofytním skupinám. Druh je hojně zastoupen v celém ostravském i karvinském souvrství.

Stigmaria stellata Goeppert označuje nepravidelně rýhované podzemní orgány. Je to vůdčí druh pro namur A. Vyskytuje se v celém ostravském souvrství (Obr. 5E).

Stigmaria rugulosa Gothan je typický podzemními orgány s mírně zvlněným rýhovaným povrchem. Na povrchu větví bývají jizvy po koříncích, kolem kterých probíhají vrásky. Vrásky se v těchto místech pouze ohýbají a nejsou přerušeny. Druh se vyskytuje v celém karvinském souvrství.



Obr. 5. Dokumentace stratigraficky významných zástupců čeledi *Lepidodendraceae* v české části hornoslezské pánve.

A otisk kůry druhu *Lepidodendron veltheimi*

B otisk kůry druhu *Lepidodendron obovatum*, důl Hlubina, n. 19. sloj, sušské vrstvy

C otisk kůry druhu *Lepidodendron aculeatum*, důl Hlubina, n. 22 sl., sušské vrstvy

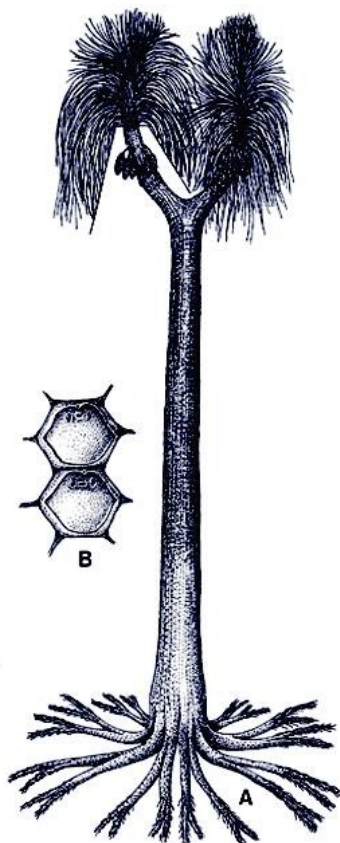
D šišťice druhu *Lepidostrobus silesiacus*, důl František, n. sl. D, sušské vrstvy

E kořenové systémy *Stigmaria stellata*

4.1.3.2 Čeleď: Sigillariaceae

Tato skupina zahrnuje plavuně lišící se od čeledi *Lepidodendraceae* zejména menším vzrůstem a sporým větvením, což dokládá obr. 6. Kmeny dorůstaly tloušťky 1 m a byly obvykle jednoduché či jen spoře dichotomicky větvené. Směrem k zemi se rozšiřovaly a ve stáří bávaly duté. Ve spodní části kmene se kůra odlupovala a vytvářela dekortikáty podobně jako je tomu u čeledi *Lepidodendraceae*. Na dekortikátech jsou silně vyvinuty řady dvojic vtisků krátce čárkovitého tvaru, které reprezentují stopy po mohutně vyvinutých parichnosových pruzích. Skupina je charakteristická také strukturou šestiúhelníkové listové jizvy vzniklé po odpadlých listech (Obr. 7.). Listy jsou většinou trávovité se dvěma cévními svazky, které mohou splývat v jeden a vytvářejí tak měsíčkovitý průřez. Jsou sestaveny ve šroubovici, ale na povrchu kmene se sdružují do svislých řad, tzv. orthostichů (Němejc, 1963). Na kmenech vytrvávají dlouhou dobu, a proto je často nacházíme i ve fosilním záznamu společně s kmeny. Hranice mezi jednotlivými řadami orthostichů jsou vždy zřetelné, ale v řadách orthostichů se hranice stírají (Němejc, 1963).

Listové jizvy jsou daleko větší než u rodu *Lepidodendron* a jsou obvykle protáhlé ve vertikálním směru. Zaplňují téměř celý listový polštářek (Dvořák *et* Růžička, 1972). Nad jizvou bývá patrná stopa po ligule a uprostřed jizvy jsou viditelné dva vtisky po cévních svazcích a dva vtisky po kanálcích parichnos. Infrafoliární parichnos však chybí. Skupina obsahuje pouze jediný rod *Sigillaria* Brongn. (Němejc, 1963).



Obr. 6. Rekonstrukce rodu *Sigillaria*
(<http://www.museum.state.il.us>).

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

1. otisky kůry

Sigillaria elegans Brongn. má šestiúhelníkové polštářky, které jsou často protaženy více do šířky než do délky, a proto jsou boční úhly velmi ostré. Listové jizvy jsou velké a zaujímají téměř celou plochu listového polštářku. Vyskytuje se v ostravském souvrství, ve vrstvách sedlových a sušských (Purkyňová, 1962).

Sigillaria Schl. Brongn. je charakteristická polštářky splývajícími v podélná žebra, která jsou od sebe oddělena jemnými příčnými vráskami. Polštářky nesou šestiúhelníkové listové jizvy s výraznými bočními rohy, za to horní a dolní rohy jsou tupé až zaoblené. Jizvy jsou od sebe značně vzdáleny, jejich vzdálenost je 2 – 5x delší než jejich výška. Hojně se vyskytuje v doubravských a sušských vrstvách.

Sigillaria voltzi Brongn. má listové polštářky splývající v podélná žebra, která jsou oddělena rovnými či mírně zvlněnými rýhami. Listové jizvy se směrem nahoru zužují a mají hruškovitý tvar. Nad jizvou zpravidla vystupuje keříček kolmo stojících vrásek. Listové jizvy jsou od sebe velmi vzdáleny, jejich vzdálenost je až 7x větší než výška jizev. Nachází se ve vrstvách sušských a doubravských.

Sigillaria elongata Brongn. je charakteristická polštářky řazenými do úzkých řad, které téměř splývají v podélná žebra. Ta jsou od sebe oddělena slabě zvlněnými rýhami. Listové jizvy se nacházejí blízko sebe, jejich vzdálenost je asi 10 mm. Je nalézána ve vrstvách sušských a doubravských.

Sigillaria rugosa Brongn. je typická podélnými žebry, která jsou tvořena splynulými polštářky. Listové jizvy mají šestiúhelníkový tvar, který často přechází až do oválného. Nahoře vystupuje z jizvy keříček radiálně paprscitě uspořádaných vrásek (Obr. 7A). Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.

Sigillaria deutchi Brongn. označuje polštářky splývající v podélná plochá či mírně vypouklá žebra. Listové jizvy jsou šestiúhelníkového tvaru a jejich spodní okraj je obloukovitý. Vrásky nad jizvami jsou dlouhé a vlnité a nikdy se neuspořádávají do keříčkovitých útvarů. Tento druh nalézáme v sušských vrstvách.

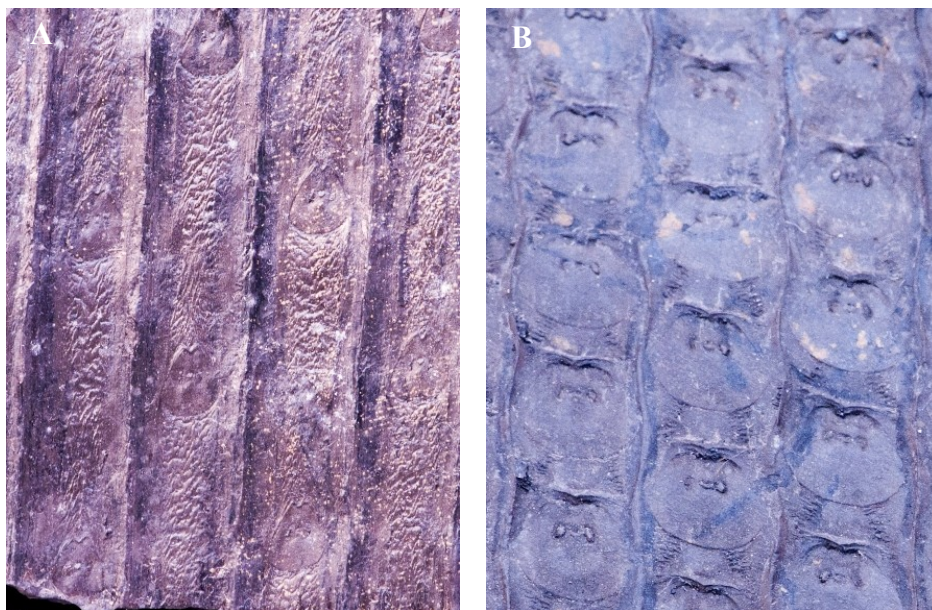
Sigillaria euxina Zeiller s listovými polštářky splývajícími v úzká podélná žebra je charakteristická výrazně podélně rýhovanými plochami žeber. Listové jizvy jsou šestiúhelníkové, pravidelného tvaru. Dlouhé a široké jizvy jsou od sebe vzdáleny až o čtyřnásobek jejich výšky. Vyskytuje se v doubravských vrstvách.

Sigillaria mammilaris Brongn. označuje listové polštářky výrazného šestiúhelníkového tvaru, které jsou uspořádány v podélných řadách a od sebe je dělí klikaté rýhy. Jizvy po listech mají pravidelný šestiúhelníkový tvar a jsou od sebe vzdáleny jen několik mm. Horní rohy jizev bývají zaoblené. Vyskytuje se ve vrstvách sušských a doubravských.

Sigillaria davreuxi Brongn. má protáhlé a úzké polštářky, jejichž téměř celou plochu zaujímají listové jizvy, které leží těsně nad sebou. Je zastoupena v sušských a doubravských vrstvách

Sigillaria boblayi Brongn. je charakteristická listovými polštářky, které jsou široké a mírně vypouklé. Listové jizvy jsou šestiúhelníkové se zaoblenou spodní stranou. Jizvy leží nad středem polštářků a mají šestiúhelníkový tvar. Vystupuje v doubravských vrstvách.

Sigillaria micaudi Zeiller má polštářky široké 6 – 10 mm, uspořádané v podélných řadách oddělených hlubokými rýhami. Polštářky jsou výrazně ohraničeny. Je typická pro vrstvy sušské a doubravské.



Obr. 7. Stratigraficky významné druhy české části hornoslezské pánve.

A otisk kůry *Sigillaria rugosa*, n. 19. sl., sušské vrstvy; B otisk kůry *Sigillaria* sp., důl Hlubina, n. 19. sl.

4.1.3.3 Pomocná skupina *Lepidospermae*

Jedná se o umělou skupinu lykopsidních rostlin sjednocující heterosporní typy, které se podobají gymnospermickým rostlinám. V makrosporangiu totiž obsahují jednu makrosporu poutanou ke stěně sporangia a obalenou vakem emergenčního původu.

Z bylinných typů je jediným dosud spolehlivým nálezem *Miadesmia* E. C. Bertr. pocházející z westphalu s tenkými vidličnatě větvenými lodyžkami, které jsou ve šroubovici porostlé krátce čárkovitými listy. Listy se vzájemně střechovitě překrývají a na jejich čepelích nacházíme vícebuněčné chlupy a masivní ligulu. Někteří paleontologové na základě podobnosti lodyžního stéle a ligulátní povahy navrhuji, že se jedná o vzácný případ bylinného člena řádu *Lepidodendrales*, jiní ji řadí do příbuznosti řádu *Selaginellales*.

Druhou skupinu nálezů tvoří izolované lepidospermické šišky, které řadíme do samostatné čeledi *Lepidocarpaceae*. Vyskytují se ve dvou rodech *Lepidocarpon* Scott a *Illinocarpon* Schopf., které v hornoslezské pánvi zatím nebyly popsány, i když se zde bezesporu vyskytovaly.

4.1.4 Řád: *Cyclostigmatales*

Celkový vzhled této vymřelé skupiny rostlin je velmi těžké rekonstruovat. Skupina se zachovává převážně v otiscích a jen v malém počtu pravých fosilií. Naše informace se týkají pouze nejčastěji zachovávaných orgánů. Nacházíme ji již od svrchního devonu, ale rozvoj skupiny přichází až ve středním a svrchním westphalu. Za to ve spodním permu skupina přežívá už jen v několika druzích. Rody této skupiny jsou od sebe velmi odlišné a nejspíš patří do jiných čeledí. V období svrchnokarbonském a spodonopermském jsou nejrozšířenějšími druhy *Cyclostigma* Haughton, *Pinacodendron* Weiss, *Ulodendron* Rhode, *Asolanus* Wood, *Omphalophloios* White.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Ulodendron minus Lindley et Hutton je rostlina stromovitého vzrůstu s kmeny až 10 cm v průměru, které pokrývají kosočtverečné až šestiúhlé listové polštářky. Listy jsou čárkovité, na konci zašpičatělé a neopadávají. Na kmenech dále pozorujeme velké miskovité jizvy po opadlých fertilních větvích, které jsou umístěných ve dvou podélných řadách. Vyskytuje se ve vrstvách sušských a doubravských.

Ulodendron majus Lindley *et* Hutton má kmeny o průměru až několik decimetrů s kosočtverečnými listovými polštářky a jizvami po fertilních větvích, které jsou řazeny hustě nad sebou. Listy jsou jehlicovité. Je typický pro ostravské souvrství.

4.2 Třída: **Sphenopsida (Rostliny přesličkovité)**

Jejich geologická historie úzce souvisí s evolucí plavuňovitých rostlin. Nalézáme je již od devonu, ale hlavní radiaci prodělávají až v karbonu (Taylor *et al.*, 2006). Z nynějška známe jediný rod zvaný *Equisetum*, který stejně jako v minulosti i v dnešní přírodě osidluje vlhká až mokřadní stanoviště. Jedná se o bylinné i stromovité rostliny s článkovanými osami, kterým k ukotvení v půdě slouží podzemní systém adventivně větvených rhizomů. Uspořádání cévních svazků u stromovitých typů plavuní umožňovalo tloustnutí stonku do šířky několika decimetrů. Stonky byly buď plné (tzv. aktinostélkové) nebo duté a pouze v nodech se nacházely tenké přepážky. Z nodů vždy vyrůstají skupiny listů či větví v přeslenech. Tato třída je velmi rozmanitá a dnešní přesličky jsou jen nepatrným zbytkem původně velké rozvětvené skupiny.

4.2.1 Řád: **Sphenophyllales**

Tento řád je tvořen fosilními paleozoickými nálezy rostlin s tenkými a jen velmi řídce větvenými lodyhami (Purkyňová, 1962). Jeho typickým znakem je sestavování sterilních listů i sporofylů do přeslenů v počtu násobku čísla 3. V lodyze s oblým trojúhelným průřezem najdeme protostél, řidčeji aktinostél. Šišťice jsou vytvořeny sporofyly, z nichž některé se mění v lupenité listeny tvořící podpůrný, ochranný orgán. Dělí se na dvě mladopaleozoické čeledi *Sphenophyllaceae* a *Cheirostrobaceae*.

4.2.1.1 Čeleď: **Sphenophyllaceae**

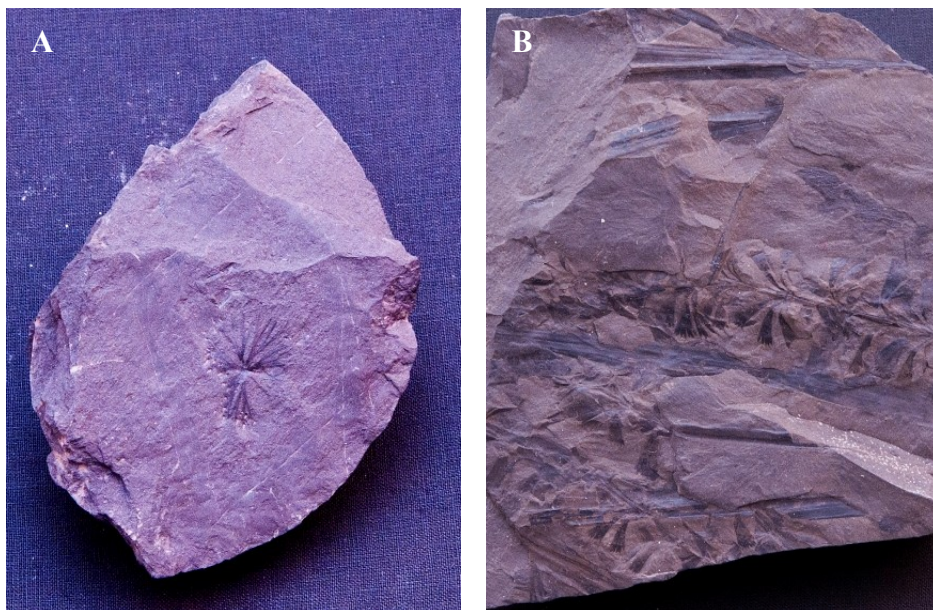
Zahrnuje rostliny bylinného vzrůstu s klínovitými listy řazené k rodu *Sphenophyllum* Brongn. Zástupci tohoto rodu mají tenké hladké lodyžky dělené příčnými žebry (přesleny nebo-li nody), ze kterých místy vyrůstají 1 – 2 větvičky. Na stoncích jsou listy sestaveny po 6 až 18 v násobcích čísla 3 a jsou volné až k bázi. Rozmnožovací orgány dosahují velké variability od nerozlišených plodných lodyžek shodných se sterilními

listy až k mohutným šiřticovitým útvarům zvaným *Sphenophyllostachys* Sew. nebo *Bowmanites* Binney s izosporními výtrusy. U mnohých druhů podpůrné části sporofylů v témž přeslenu srůstají a vytvářejí límečkovité či kalíškovité útvary. Taxonomie druhů rodu *Sphenophyllum* Brongn. je založena na tvaru sterilních listů. Svrchnodevonské a spodnokarbonské typy mají listy dřípené v úzké čárkovité ušty. Z období namuru, vestfálu a stefanu známe druhy heterofylní.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Sphenophyllum tenerrimum Ettingshausen tvoří drobné přesleny lístků (Obr. 8A). Všechny lístky jsou hlubokými zářezy dřípeny v tenké vidličnatě dělené a na konci tupě uťaté laloky (Purkyňová, 1962). Druh se vyskytuje v celém ostravském souvrství.

Sphenophyllum cuneifolium Sternberg má přesleny tvořené šesti lístky (Obr. 8B). Na předním konci jsou uťaty a výrazně ostře vroubkovány. Často jsou heterofylní. Nejspíš se jedná o umělý hromadný druh, který se nachází ve vrstvách sedlových, sušských a doubravských.



Obr. 8. Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve. A jemné lístky druhu *Sphenophyllum tenerrimum* Ettingshausen NP 96; B listy druhu *Sphenophyllum cuneifolium* Sternb., důl Hlubina, n. 22. sl., sušské vrstvy.

4.2.2 Řád: Equisetales

Jedná se o skupinu zahrnující vymřelé i recentní druhy, která se hojně rozšířila v mladším paleozoiku, kde tvořila bylinné i stromovité formy a během křídý téměř vymřela. Dnes přežívá jen v bylinné formě. V lodyze má velmi dobře vyvinutou dřev, jejímž rozrušováním uvnitř vzniká dutina. V této skupině dochází k přechodu od přeslenů superponovaných k přeslenům navzájem se střídajícím. Postupnou redukcí listů dochází někdy jen k tvorbě listenů. Výtrusné šišťice řádu nejsou rozděleny na různé funkční části a spory mohou být izosporní i heterosporní. Řád se dělí na tyto čeledi: *Asterocalamitaceae*, *Sphenasterophyllitaceae*, *Phyllotheceae*, *Calamitaceae* a *Equisetaceae*, z nichž budou dále popsány v textu pouze ty, jejichž zástupci se vyskytují v české části hornoslezské pánve.

4.2.2.1 Čeleď: Asterocalamitaceae

Zahrnuje mohutné fosilní stromy s dutými kmeny, jejichž článkované osy se nepravidelně větví. Čárkovité listy jsou jednožilné a vícekrát pravidelně vidličnatě dělené. V lodyze najdeme mohutné sekundární dřevo a paralelní provazce cévních svazků, které jsou spojené v nodech slabým příčným svazkem. Podlouhlé válcovité šišťice typu *Pothocites* Kidst. nesly na větvi superponované 6-četné přesleny stopkatých sporangioforů se 4 sporangii na spodu štítků. Výtrusy jsou izosporické a téměř hladké. Skupina se hojně nachází ve spodnokarbonských oblastech celého světa.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Asterocalamites scrobiculatus Schl. mají mohutné kmeny rozděleny v dlouhé články, jejichž jádra jsou podélně žebrovaná. Úzké dlouhé listy vyrůstají v přeslenech a při bázi nikdy nesrůstají. Najdeme je v petřkovických, hrušovských a jakloveckých vrstvách.

4.2.2.2 Čeleď: Sphenasterophyllitaceae

Vzácnější permokarbonské typy známe jen v otiscích (Němejc, 1963). Mají článkované lodyhy porostlé dlouhými listy vidličnatě štěpenými v úzké ušty. Výtrusné šišťice jsou tvořeny pouze přesleny sporangioforů. Patří zde rody *Bornia* Bureau, *Autophyllites* Westphal a *Sphenasterophyllites* Sterzel a možná i *Suvundukia* popsaná Zalesským ze spodního karbonu bývalého Sovětského svazu.

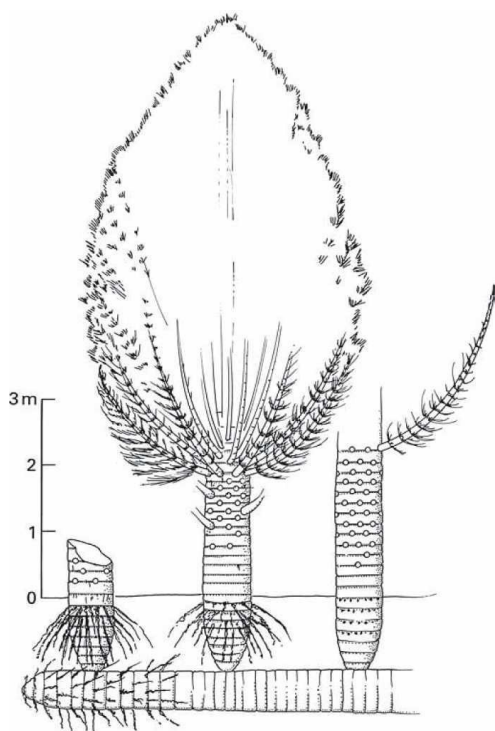
Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Sphenasterophyllites Sterzel má lodyhy s velmi jemným podélným žebrováním, které nesou přesleny čárkovitých listů. Vyskytuje se v ostravském souvrství (Purkyňová, 1962).

Autophyllites Gr. Eury nese v článkovaných přeslenech dlouhé listy, které se u báze jednou vidličnatě větví. Výskyty nálezů nejsou přesněji určeny (Purkyňová, 1962).

4.2.2.3 Čeleď: Calamitaceae

Zahrnuje fosilní stromovité přesličky, které v karbonu tvořily podstatnou část vegetace a velkou měrou se zasloužily o tvorbu uhelných slojí. Rostly v často zaplavovaných oblastech, kde docházelo k intenzivnímu ukládání sedimentů, např. na říčních nivách či březích řek a jezer (Gastaldo, 1987). Koncem permu začaly vymírat. Dnes je nalézáme izolovaně ve formě fosilizovaných kmenů, olistěných větvíček nebo šištice a z částí rekonstruueme obraz celé rostliny (Obr. 9.). Výtrusné šištice tvoří prolínající se soustavy plodných sporangioforů a soustavy sterilních listenů, které spolu často srůstají v miskovité útvary. Jedná se o typy heterosporní i homosporní. Výtrusné šištice se podle umístění přeslenů sporangioforů dělí na druhy *Calamostachys* Schimp., *Macrostachya* Schimp., *Mazostachys* Kosanke, *Metacalamostachys* Hirmer, *Palaostachya* Weiss, *Huttonia* Sternb. a *Cingularia* Weiss.



Obr. 9. Rekonstrukce rodu *Calamites* (Taylor *et al.*, 2000).

Větévky se svým olistěním liší. Na kmenech a tlustších větvích jsou listy dlouze čárkovité, zakončené ostrou špičkou a nazýváme je *Calamariophyllum* Hirmer. Listy na tenkých větvích slouží k asimilaci a jen těsně u báze mají tendenci srůst. Tvar listů a jejich postavení na stonku slouží k vytvoření umělé taxonomie listů, která zahrnuje typy *Asterophyllites* Brongn., *Corynophyllites* Zal., *Annularia* Sternb., *Lobatannularia* Kawasaki a *Annulariopsis* Zeill.

Kořeny mají vzhled nepravidelně větvených provazců vznikajících na nodech mezi listy jednotlivě nebo i ve svazečcích. Podle rozestavení kořínků rozlišujeme: *Myriophyllites* Artis s tenkými kořínky rozestavenými zcela nepravidelně a *Pinnularia* Lindley et Hutton s tenkými kořínky sestavenými ve dvou podélných řadách. Tlustší části kořenů nazýváme *Astromylon* Williamson. Kořeny jsou duté a zachovávají se nám jako otisky či zkamenělá jádra, která mají na povrchu soustavu rýh a žeber. Otisky povrchů kmenů a větví jsou také článkované. Podle vnějších morfologických znaků byla vytvořena umělá soustava otisků a jader kalamitových kmenů, která vychází z rozmístění jizev na větvích:

- I.** *Stylocalamites* Weiss jsou málo větvené kulovité kmeny permokarbonských statných druhů.
- II.** *Calamitina* Weiss má postranní větve vždy jen na některých člancích a větvené články jsou vždy krátké. Zahrnuje mohutnější stefanské a westphalské druhy.
- III.** *Eucalamites* Weiss má postranní větve skoro na každém článku. Podle počtu větví v přeslenech se dělí na dva okruhy: *Crucicalamites* Goth., kde každý článek nese velké množství větví a *Diplocalamites* Goth., kde každý článek nese po dvou nebo i jedné postranní větví.

Podle základní stavby lodyh a způsobu větvení rozlišujeme celkem tři základní typy, z nichž významné pro karbon české části hornoslezské pánve uvedu níže:

- 1.** *Mesocalamites* Himmer a *Protocalamites* Scott: průběh cévních svazků mezi jednotlivými nody je zcela nepravidelný. Objevují se již ve spodním karbonu a největšího rozvoje dosahují v namuru. Mizí během starších fází westphalu.
- 2.** *Calamites* Suckow: jedná se o vysokokmenné dřeviny. V lodyhách mají dřeňové dutiny přerušované jen přepážkami v nodech. Jejich dílčí cévní svazky se v sousedních člancích důsledně střídají. Větví se přeslenitě. Často je těžké nalezené vzorky zařadit, a proto využíváme umělých soustav kmenů, olistěných větvíček a plodných šištic, které již byly nastíněny. Jejich hlavní rozvoj nastává v období westphalu, stefanu a spodního

permu. Kmeny tvoří mohutné druhotné dřevo, na kterém najdeme jednoduché listové stopy. Existuje velké množství umělých soustav kalamitů, z nichž jako poslední uvádím dělení podle anatomické stavby kalamitových kmenů, hlavně podle složení dřeňových paprsků na typy: *Arthropitys* Goep., *Arthrodendron* Williamson *et* Scott, *Arthroxyton* Read a *Calamodendron* Brongn.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Tato kapitola pojednává o významných zachovalých fosilních orgánech čeledi *Calamitaceae*. Pro velkou obsáhlou skupinu volím jen vybrané zástupce, zejména pak ty, ke kterým mám obrazový materiál.

1. kmeny stromovitých přesliček

Mesocalamites roemeri Goeppert morfologicky tvoří přechodný typ mezi asterocalamity a calamity. Je charakteristický nepravidelným průběhem cévních svazků a setkáváme se s ním ve spodní části ostravského souvrství (Purkyňová, 1962). Podobnými jsou druhy *Mesocalamites ramifer* Stur (Obr. 10A), *Mesocalamites cistiiformis* (Obr. 10B) a *Mesocalamites hauleri* (Obr. 10C).

Calamites discifer Weiss s kmenem nestejně článkovaným má velké okrouhlé jizvy po větvích. Nalézá se vzácně v sušských a doubravských vrstvách.

Calamites goepperti Ettinghausen je charakteristický krátce článkovaným kmenem, který se větví až po více člancích. Jizvy po listech mají eliptický tvar. Nacházíme jej v karvinském souvrství.

Calamites suckowi Brongn. je typický k bázi zúženým kmenem (Obr. 10D). Mají plochá či mírně vyklenutá žebra oddělená slabými rýhami. Větví se nepravidelně a jen spoře. Jedná se o velmi hojný druh v celém karvinském i ostravském souvrství.

2. listy přesliček

Asterophyllites longifolius Sternberg je označení pro velmi dlouhé listy vyrůstající v hustých přeslenech. Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.

Annularia radiata Brongn. má lístky čárkovitého tvaru, které se ke konci zvolna zužují (Obr. 10E). Náleží k druhu *Calamites ramosus* Artis. Vyskytuje se hojně ve vrstvách sedlových, sušských a doubravských.

3. šištice přesliček

Calamostachys paniculata Weiss je štíhlá šištice protáhlého tvaru, která obvykle vyrůstá z přeslenu po čtyřech. Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.



Obr. 10. Dokumentace stratigraficky významných zástupců čeledi *Calamitaceae* v české části hornoslezské pánve.

A článkovaná lodyha druhu *Mesocalamites ramifer*, NP 491, hl. 1346,75 m

B článkovaná lodyha druhu *Mesocalamites cistiiformis*, NP 514, hl. 571,5 m, hrušovské vrstvy

C článkovaná lodyha druhu *Mesocalamites hauleri*, důl Dukla, sedlové vrstvy, hl. 183,7 m

D kmen druhu *Calamites suckowii*, důl Jan, pod slojí 24 vrch.

E lístky druhu *Annularia radiata*, důl Hlubina, mezi slojemi č. 4-5

4.3 Polypodiopsida (Rostliny kapradinovité)

Tato skupina se objevuje již v devonu a dnes je v přírodě hojně zastoupena druhy v bylinné i stromovité podobě (Taylor *et al.*, 2009; Kvaček *et al.*, 2000). V období sedimentace ostravského souvrství převažovaly hlavně primitivní typy skupiny eusporangiátních kapradin (Pšenička *et Bek*, 2009). Během sedimentace karvinského souvrství se prosazují modernější, a to leptosporangiátní typy kapradin (Pšenička *et Bek*, 2009). Kapradiny nikdy nedospěly ke společnému kulminačnímu bodu vývoje. Jsou zastoupeny širokou škálou kapradinových typů, a proto je těžké podat jejich celkovou charakteristiku. Existují typy stromovité i bylinné, epifytické i liánovité. Některé druhy jsou přizpůsobeny životu na vysychajících stanovištích, jiní žijí v silně bažinatém prostředí a někteří dokonce přešli k životu ve vodě. Nálezy jejich listů se velmi podobají listům kapraďosemenných rostlin, a proto byla vytvořena umělá taxonomie spojující tvary listů obou skupin. Umělý taxonomický řád uvedu dále u popisu kapraďosemenných rostlin. V textu budou dále popsány pouze řády, jejichž zástupci byli nalezeni v hornoslezské pánvi. Zde jen zmiňuji skupiny typické většinou pro devon a mississipp, jako jsou řády *Stauropteridales*, *Calamopityales* a *Protopityales*, které dosud nebyly v hornoslezské pánvi nalezeny, ale jejich výskyt zde předpokládáme. Stejně tak řády *Anachoropteridales* a *Botryopteridales* jsou v hornoslezské pánvi předpokládány. Zástupci olistění budou blíže popsány v kapitole Umělý systém listů kapradinovitého vzhledu.

4.3.1 Řád: *Zygopteridales*

Coenopteridní kapradiny s vysoce specializovanými fylofory mají většinou tenké plazivé oddenky. Zřídka zde nacházíme i nízce stromovité typy s kmeny obalenými pláštěm vzdušných kořenů. Jejich lodyžky se větví dichotomicky, jsou bilaterálně souměrné a obsahují cévní svazky uspořádané do protostélé, mnohdy i do aktinostélé. Jejich postranní listové vějířky jsou dorso-ventrálně souměrné a stojí na fyloforových vřetenech střídavě ve dvou podélných protistojných řadách. Plodné vějířky mívají lístky značně redukované. Výtrusnice mohou být stopkaté a sestavené do svazečků nebo přisedlé a sestavené do okrouhlých sorů. Dělí se na tři čeledi: *Zygopteridaceae*, *Ankyropteridaceae*, *Tubicaulidaceae*.

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:²

Alloiopteris quercifolia Goep. je typický vlnitými fyloforami. Má značný stratigrafický význam pro ostravské souvrství.

Alloiopteris coralloides Gutb. má ramena vidlic vějířků třikrát lichozpeřená. Typicky se nachází v sušských a sedlových vrstvách.

Alloiopteris essinghii Stur s dlouhými kopinatými dvakrát lichozpeřenými vějíři má nesymetrické listy. Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.

Desmopteris longifolia Stur označuje velké vějíře protáhlého tvaru dělené v dlouhé jazykovité listy. Na bázi větven vyrůstají malé aflebie. Druh nacházíme vzácně v doubravských vrstvách.

4.3.2 Řád: Osmundales

Jedná se o fosilní i recentně zastoupené rostliny, jejichž sporangia opatřená štítkovitými prstenci jsou typu protoleptosporangiálního. Kulminační dobu zažily v mezozoiku a dnes přežívají už jen v reliktech. Nejspíš tvoří přechodný typ mezi eusporangiálními a leptosporangiálními kapradinami. Lodyhy mají diktyostélické cévní svazky podkovovitého průřezu ve větenech a jsou porostlé mnohonásobně lichozpeřenými listovými vějíři, na jejichž bázích se nacházejí palistovité rozšířeniny. Lodyhy tvoří drobnější kmeny většinou bez druhotného dřeva nebo mají podobu plazivých oddenků. Starší permokarbonské typy mají v lodyze protostélé a jejich vztah ke skupině je značně nejasný. Listové vějíře které známe z otiskových nálezů jsou vesměs vícekrát lichozpeřené bez pravých aflebií. Vyskytují se zde ale afleboidně přeměněné listky. Z permokarbonu známe izolovaná sporangia i celé listové vějíře pod názvem *Discopteris* Stur, který se dělí podle umístění sorů na 2 skupiny: *Acrotheca* Goth. se sory vysunutými těsně k okraji lístků (např. spodnowestphalský druh *D. karvinensis* Stur) a *Eudiscopteris* Goth. se sory umístěnými ve střední části čepele lístků (např. westphalský druh *D. schumanni* Stur)

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Discopteris = *Sphenopteris karvinensis* Stur je typický velkými vícekrát zpeřenými vějíři. Lístky jsou po okrajích jemně zoubkované. Vyskytuje se v karvinském souvrství.

² Zástupci budou podrobněji popsáni v kapitole Umělý systém listů kapradinovitého vzhledu.

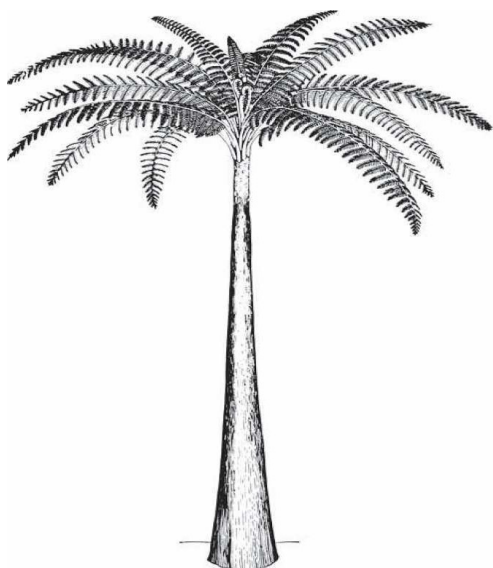
4.3.3 Řád: **Marattiales**

Zástupci tohoto řádu se vyskytují ve fosilním záznamu již od spodního karbonu. V křídě postupně vymírají a dnes přežívají pouze v reliktech. V dnešní přírodě nejčastěji zastupují eusporangiátní kapradiny. Jsou známy kapradinami stromovitého vzrůstu s jednoduchým kmenem zakončeným mohutnou růžicí listových vějířů, ale i kmeny zakrslými s plazivými vidličnatě větvenými oddenky. Cévní svazky jsou uspořádány do polystélie a ve větenech mají podkovovitý průřez. Druhotné dřevo vytváří jen vzácně. Listové vějíře dorso-ventrálně mnohokrát lichozpeřené jsou opatřeny bohatě dřipenými aflebiemi. Polyarchní kořínky často porůstají kmen vzdušnými kořeny. Význačnou vlastností celého řádu je přítomnost slizových kanálků (ve stoncích, v listových větenech i v koříncích). Sporangia vznikají z většího počtu mateřských pokožkových buněk jako emergence. Mezi význačné čeledi karbonu patří *Tieteaceae* s jediným nálezem z brazilského permokarbonu a *Psaroniaceae*, která bude popsána dále v textu.

4.3.3.1 Čeleď: **Psaroniaceae**

Je známá pouze z fosilií. Zachovávají se části kmenů nazývané *Psaronius* Cotta, které známe hlavně z mladšího karbonu a spodního permu a jejich otisky *Caulopteris* Lindley et Hutton, *Hagiophyton* Corsin a *Megaphyton* Art.

Zástupci tohoto rodu vytvářeli přímé vysoké kmeny obalené pláštěm vzdušných kořenů s mohutnou korunou velkých a mnohonásobně peřeně dělených listových vějířů. Netvořily druhotné dřevo. Listové stopy vznikají ze střední části svazků a postupně se dostávají k okraji. Hlavní listová větvena známá ve fosilním stavu jako *Stipitopteris* jsou zásobena jedním cévním svazkem podkovovitého průřezu. Jejich taxonomické třídění zkamenělých kmenů podle rozestavení listů na kmenech je značně umělé. Listy mají vzhled (umělého Brongn.ova členění) rodu *Pecopteris* Brongn. (Obr. 11.). Podle listových vějířů a jejich frutifikací se dělí na rody obsahující druhy se sory okrouhlými (např. *Asterotheca* Presl.) a na rody se sory vejčitými až podlouhlými (např. *Eoangiopteris* Mamay).



Obr. 11. *Psaronius* s olistěním *Pecopteris* (Taylor *et al.*, 2009)

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Pecopteris aspera Brongn. či *Pecopteris plumosa* Artis budou podrobněji popsány v kapitole Umělý systém listů kapradinovitého vzhledu.

4.3.4 Řád: Polypodiales

Jedná se o geologicky nejmladší řád kapradin, jehož nejstarší nálezy sahají do permokarbonu. Je zastoupen bylinnými i stromovitými typy, typy opatřenými plazivými oddenky i epifyty. Stromovité formy udržuje v zemi systém adventivních kořenů. Lodyha nese mnohonásobně dělené listové vějíře, které jsou v mládí spirálně stočené. Sporangia jsou silně redukována až na útvary podobné trichomům. U některých archaických paleozoických typů byla zjištěna přítomnost palistových aflebií. Taxonomické třídění řádu *Polypodiales* je založeno hlavně na tvaru sporangií a jejich sdružení v sory. Pro karbonskou flóru je význačná skupina *Protoleptosporangiatea*, kterou uvedu dále v textu.

***Protoleptosporangiatea*:** obsahuje archaičtější typy kapradin z karbonu a permu vyznačující se masivním vzhledem sporangií, u kterých jsou pozorovány aflebie. Třídění starobylých typů není ujasněné, jsou od sebe velmi odlišné. Patří zde *Fymonephyllites* Goep. ze středního westphalu, *Oligocarpia* Gutb. a *Chansitheca* Regé, *Zeilleria* Kidst.

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Zeilleria moravica Ettingshausen je tvořena třikrát zpeřenými listy s hlubokými zářezy. Jedná se o kapradinu vyskytující se v petřkovických vrstvách.

4.4 Třída: Rostliny lyginodendrové

Jedná se o vymřelou skupinu kapraďosemenných rostlin tvořící přechod mezi kapradinami a rostlinami cykasovitými. Svého rozvoje dosahují ve stefanu a spodním permu a vymírají v křídě (Němejc, 1968). Vytvářejí porosty stromů a keřů a díky plazivým oddenkům i typy liánovité. Mají nečláňkovaný a většinou nevětvený stonek, čímž se podobají kapradinám. Stonek je tvořen slabým druhotným dřevem a rozvinutou dření, tzv. manoxylický typ. Velké zpeřené listy s vidličnatě větvenou žilnatinou se nápadně podobají listům kapradin a byly za ně často mylně považovány. Na rozdíl od kapradin je hlavní kořen dobře vyvinut a člení se na četné postranní kořeny. Z poznatků o kořenech vyplývá, že vyžadovaly sušší půdy. Často mají v různých pletivech obsaženy sekreční kanálky a buňky a tím se podobají rostlinám cykasovitým. Rozmnožují se semeny. Fertilní listy si zachovávaly ráz bohatě větvených vějířů. V samčích mikrosporangiích vznikají mikrospory s triletní jizvou, které se podobají sporám kapradin. Samičí makrospory chrání vajíčko. Při opylování se mikrospory dostávají dovnitř schránek a odtud jsou vtaženy až do pylové láčky. Semena mají nejčastěji charakter oříšku či peckovice.

4.4.1 Řád: Lyginodendrales

Jedná se o keřovité či liánovité typy rostlin s malými kmeny o průměru 5 cm, monostelické povahy. Vyznačují se typickou architekturou vějířů, jejichž sterilní otisky řadíme v umělém systému olistění většinou do skupiny *Sphenopterides*. Na konci holých stopek vyrůstají vřetenitá prašná pouzdra srostlá ve vejcovité útvary zvané *Telangium* Benson nebo *Simpliotheca* R. et W. Remy. Vajíčka jsou umístěna po jednom v pohárkovitém útvaru a spolu s ním je označujeme jako *Lagenostoma* Williamson nebo *Diplotheca* Kidston. Typickým znakem je přítomnost mechanických pletiv v kůře a dvůrkatě tečkovaných cévic v druhotném dřevu. Řád se dělí do pěti čeledí.

4.4.1.1 Čeleď: Heterangiaceae

Její zástupci vytvářejí tenké druhotné dřevo. Mají vidličnatě větvené stonky, charakteristické heterangiovým rýhováním, které nesou listy uspořádané v řídké šroubovici. Dosud popsaná olistnění známe jako kulmské druhy *Diplotmema dissectum* Stur, *Diplotmema patentissimum* Ettingsh. a namurský druh *Diplotmema adiantoides* Schl. Holý listový řapík se dělí na dvě několikrát lichozpeřená ramena porostlá úzce klínovitými listy. Řapík i tlustší žebra mají výrazné příčné rýhování.

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Diplotmema patentissimum Ett. má velké vějíře složené z řídkých a protáhle kopinatých listů. Vyskytuje se v petřkovických vrstvách.

Diplotmema dissectum Brongn. je druh vyskytující se ve vrstvách petřkovických, jakloveckých a hrušovských.

4.4.1.2 Čeleď: Lyginopteridendraceae

Zástupci vytvářejí mohutný cylindr druhotného dřeva. Vynikají jednotnou vnitřní stavbou, ale liší se členěním listových vějířů i stavbou frutifikačních orgánů. Tenké liánovité stonky nesou listy uspořádané ve šroubovici. Listy jsou bohatě lichozpeřeně dělené, sfenopteridního typu, označované jako *Lyginopteris* Pot. Jejich hlavní žebro bez aflebií se vidlicovitě dělí ve dvě ramena. Kořeny zvané *Kaloxylon* Will mají kůru prostoupenou četnými vzdušnými prostorami.

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Lyginopteris bermudensisiformis Schl. má velké vějíře složené ze zpeřeně uspořádaných vějířků trojúhelního tvaru, které nesou vějířky vyššího řádu. U tohoto druhu známe nejpodrobněji jeho vnitřní stavbu i vnější vzhled. Nalézají se v celém ostravském souvrství.

Lyginopteris dicksonioides Goep. je typický třikrát zpeřenými vějíři a jen slabě zřetelnou žilnatinou. Nachází se v petřkovických vrstvách.

Lyginopteris fragilis Schl. se vyskytuje v celém ostravském souvrství.

Lyginopteris larischii Stur je charakteristický třikrát zpeřenými vějíři většinou s nezřetelnou žilnatinou. Vyskytuje se ve svrchním ostravském souvrství.

Lyginopteris porubensis Trapl tvoří velké třikrát zpeřené vějíře. Jedná se o vůdčí druh porubských vrstev.

Lyginopteris baeumleri Andrae a *Lyginopteris stangleri* Stur budou popsány dále v systému umělého třídění listů.

Lyginopteris hoeninghausii Brongn. je typický vějíří třikrát až čtyřikrát zpeřenými. Postranní vějířky mají široce kopinatý tvar a přisedají téměř kolmo na hlavní větveno. Vyskytuje se ve svrchních sušských vrstvách a ve vrstvách doubravských. Jedná se o vůdčí druh pro westphal A.

4.4.1.3 Čeleď: **Eusphenopteridaceae**

Zástupci známí pouze z otisků mají sphenopteridní lístky výrazně ledvinitého tvaru. Jejich listové vějíře s mohutnými žebry bez aflebií dorůstaly velkých rozměrů. Mechanická pletiva v kůře tvoří heterangiovou soustavu. Samčí rozmnožovací orgány mají vzhled typu *Telangium* Benson a samčí rozmnožovací orgány tvoří češulovité pohárky popsané ze severofrancouzského pennsylvannu jako *Calammatotheca acuta* Carpentier.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Sphenopteris nummularia Gutb. je charakteristická až čtyřikrát zpeřenými listy. Nalézá se v sušských a doubravských vrstvách.

Sphenopteris obtusiloba Brongn. bude popsána dále v systému umělého třídění listů.

Sphenopteris striatula Stur, který se vyskytuje v celém ostravském souvrství.

4.4.1.4 Čeleď: **Mariopteridaceae**

Rod *Mariopteris* Zeiller byl vymezen původně na základě listů vyskytujících se hojně v namuru a westphalu. Zástupci s tenkými liánovitými lodyhami nesou řídce rozestavěné listy ve šroubovici. Listy jsou opatřeny dlouhým řapíkem bez aflebií rozděleným ve dvě ramena, která se ještě jednou nesouměrně vidlicovitě dělí. Všechna ramena jsou nesouměrně lichozpeřená. Čepele lístků jsou u některých druhů sphenopteridní, většinou však přecházejí až k typům pekopteridním. V kůře nacházíme mechanická pletiva heterangiové soustavy. Některé druhy byly navíc opatřeny chlupy, trny či háčkovitými úponky. Fertilní části listů jsou přeměněné v holá žebra, na jejichž koncích vyrůstají pupenovité útvary složené z dlouhých úzkých šupin.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Mariopteris acuta Brongn., *Mariopteris muricata* budou popsány dále v systému umělého třídění listů.

Mariopteris laciniata Huth. se vyskytuje v porubských a jakloveckých vrstvách.

4.4.1.5 Čeleď: Tetratmemataceae

Byla definována na základě stavby listových vějířů, které v umělé soustavě listů kapradinovitěho vzhledu (*Pteridophylla*) označujeme jako *Tetratmema* Corsin, *Diplostmema* Stur a *Palmatopteris* Pot. s dlouhými, klikatě lomenými hlavními žebry, na nichž střídavě vyrůstají postranní vějířky. Lístky mají nejčastěji sphenopteridní, řidčeji pectopteridní charakter. Aflebie zatím nebyly pozorovány. Samčí rozmnožovací orgány nazýváme jako *Telangium* Benson. Přítomnost semen typu *Lagenostoma* Will. byla zjištěna na listech druhu *Sphenopteris alata* Brongn. Olistění bude popsáno dále v textu v umělém systému *Pteridophylla*.

4.4.2 Řád: Medullosales

Do této skupiny patří keřovité, liánovité a stromovité typy rostlin s kmeny tlustými v průměru až několik dm, které řadíme k rodu *Medullosa* Cotta. Tento rod byl vymezen především na základě vnitřní stavby stonků. V kmenech existují samostatné druhotně tloustnoucí cévní svazky, které se po obvodu často spojují a vytvářejí tak mohutný plášť sekundárního dřeva. V základním parenchymu bývají, kromě mechanického pletiva jevícího se na otiscích jako podélně rýhovaná sparangová struktura, také četné sekreční kanálky. Listy vzhledu velkých bohatě dělených vějířů s poměrně velkými a celistvými lístky mají značně tlustá žebra, jejichž dolní část je porostlá velkými aflebiemi. Listy patří v umělém systému olistění k rodům *Neuropteris* Brongn., *Linopteris* Presl., *Alethopteris* Sternb., *Lonchopteris* Brongn., *Odontopteris* Brongn., *Callipteris* Brongn. a další. Celkovou rekonstrukci rostliny ukazuje obr. 12.



Obr. 12. Rekonstrukce *Medullosa* (Taylor *et al.*, 2009)

Stratigraficky významní zástupci olistění české části hornoslezské pánve:

Neuropteris schlehanii Stur je typický velkými několikrát zpeřenými vějíři s rovnou silně vkleslou střední žilkou. Je velmi hojný v karvinském souvrství.

Neuropteris obliqua Brongn. tvoří protáhlé vějíře trojúhelníkového tvaru. Objevuje se ve vrstvách sušských a doubravských.

Alethopteris lonchitica Schl. je druh s velkými trojúhelníkovitými až kopinatými vějíři. Listová vřetena jsou široká a podélně rýhovaná. Vyskytuje se v karvinském souvrství.

Lonchopteris bricei Brongn. má velké až třikrát zpeřené vějíře s výraznou žilnatinou. Vyskytuje se hojně v doubravských vrstvách.

4.5 Umělý systém listů kapradinovitého vzhledu

Z hlediska taxonomického třídění kapradin a kapradinovitých rostlin jsou vztahy velmi nejasné. Samozřejmě byly vytvořeny jakési přirozené okruhy, ale nálezy sterilních olistění (bez frutifikací) do přirozeného systému většinou nelze jednoznačně zařadit. Proto se obracím na umělý systém listů kapradinovitého vzhledu (*Pteridophylla*), který spojuje třídy kapradin a kaprad'osemenných rostlin. Základy tohoto třídění položil francouzský botanik A. Brongn. (1822, 1828 – 1830). Později byl systém vypracován A. Brongniartem, D. Sturem a H. Petonié. Soustava je založena na tvaru listů a jejich lístků a způsobu jejich přirůstání k listovým žebřům, na vzhledu žilnatiny, způsobu dělení žilek v čepeli a na způsobu dělení listových žebřů. V textu dále uvádím jen významné skupiny české části hornoslezské pánve.

4.5.1 *Archaeopterides*

Tato skupina zahrnuje rostliny s mohutnými dorso-ventrálními listovými vějíři s neobyčejně hustou vějířovitou žilnatinou lístků. Žilky jsou vidličnatě větvené pod ostrými úhly. Částečně se jedná o listy kapradin, ale také o listy kaprad'osemenných rostlin. U listů kapradin se vyvíjejí fertilní vějířky na koncích listů nebo u báze hlavního větvení. Plodné listy kaprad'osemenných rostlin jsou různé povahy, nejznámějším nálezem je *Calathiopa*, která tvoří keříčkovité shluky protáhlých výtrusnic umístěných na stopkách. Zástupce známe již z devonu a v mississippu tvoří typickou součást flóry. Některé druhy dále zasahují i do pennsylvannu.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Adiantites antiquus Ettingshausen je tvořen velkými několikrát zpeřenými širokými vějíři. Lístky klínovitého tvaru jsou na koncích uťaty a často jsou hlubokým zářezem rozděleny na dvě části. Velmi hojně je nacházíme v petřkovických vrstvách.

Adiantites tenulifolium Schl. má listy složené z kopinatých vějířků, které se dělí v úzké oválné části. Listy jsou až třikrát zpeřené a nacházíme je ve spodní části ostravského souvrství, především v petřkovických vrstvách.

Sphenopteridium dissectum Goeppert s dlouze kopinatými listy, které se k bázi zužují je velmi charakteristický bazálním párem uštů na větvení posledního řádu. Nacházíme jej vzácně ve vrstvách petřkovických a hrušovských.

Archaeopteridium dawsoni Stur má listy dlouhé a kopinaté s okraji dělenými v laločnaté úkrojky. Někteří paleontologové tento rod slučují s rodem *Archeopteridium tschermaki* Stur (Purkyňová, 1962). Hojně se vyskytuje v petřkovických a hrušovských vrstvách.

4.5.2 *Sphenopterides*

Skupina zahrnuje mnohonásobně dělené vějíře s drobnějšími lístky, které se k bázi klínovitě zužují. Lístky mohou být ozdobně zubaté, laločnaté či dělené v úzké cípy. Žilnatina je vidličnatá, sympodiálně až skoro lichozpeřeně dělená. Skupina je velmi heterogenní, obsahuje četné kapradiny i rostliny lyginodendrové. Kvůli celkové nespojitosti skupiny byly snahy vytvořit menší skupiny, ve kterých se vyčlenily další jednotky, až došlo k sestavení některých téměř přirozených skupin (Němec, 1968). V této skupině vyčleňujeme několik rodů:

A. *Rhodea* Presl se vyznačuje lístky dřípenými v úzké čárkovité části, které jsou zakončeny špicí či tupě. Listové vějířky bývají několikrát lichozpeřené. Plodné lístky nejsou téměř známy, a pokud ano, řadíme je ke kaprad'osemenným rostlinám. Můžeme je pozorovat od spodního karbonu do střední části pennsylvanu, jsou hojné v ostravském souvrství.

B. *Sphenopteris* Brongn. je typická okrouhlým tvarem listů posledního řádu s vidličnatou až zpeřenou žilnatinou. Listové vějíře jsou většinou zpeřené, ale někdy mají hlavní větve vidličnatě větvené. Tato skupina je zastoupena listy kapradin i kaprad'osemenných rostlin.

C. *Lyginopteris* Potonié se vyznačuje velkými listovými vějíři s velmi drobnými úkrojky posledního řádu. Povrch kůry je opatřen žláznatými chlupy. Tato skupina obsahuje pouze pteridospermy.

D. *Heterangium* Corda je tvořeno vidlicovitě dělenými hlavními větveny, jejichž nerozdělená část nese žádné vějířky. Lístky mají většinou sfenopteridní tvar. Jedná se o liánovité druhy. Vyskytují se od kulmu do permu.

E. *Diplotmema* Stur se vyznačuje velkými listovými vějíři. Z osy vyrůstá mírně zakřivené větve listu nesoucí střídavé vějířky. Jedná se vesměs o pteridospermy. Patří zde např. druhy významné pro českou část hornoslezské pánve jako *Diplotmema dissectum* a *Diplotmema subgeniculatum*, které dokumentuje obr. 14A a obr. 14B.

F. *Mariopteris* Zeiller má velké listy s význačnou stavbou. Hlavní osa je většinou mírně zakřivená a nese střídavě silné řapíky listů. Jedná se zejména o popínavé a plazivé rostliny (Němejc, 1968).

Stratigraficky významní zástupci sfenopteridního olistění české části hornoslezské páve:

Rhodea bifida Lindley et Hutton má třikrát zpeřené vějíře s mohutným hlavním větvenem. Listy oválného až kopinatého tvaru jsou členěny v postranní vějířky úzkého tvaru. Vyskytují se v petřkovických a hrušovských vrstvách.

Rhodea moravica Ettingshausen je tvořena třikrát zpeřenými listy složenými z oválně kopinatých vějířků. Listy jsou hlubokými zářezy dřípeny na úzké dlouhé části. Nacházíme ji v petřkovických vrstvách.

Sphenopteris obtusiloba Brongn. má velké až čtyřikrát zpeřené vějíře. Hlavní větvena se brzy rozvětřvují a jsou porostlá listy i na bazální části. Nachází se ve vrstvách sušských a doubravských.

Sphenopteris karvinensis Stur je tvořen velkými vícekrát zpeřenými vějíři s postranními vějířky oválného tvaru. Lístky se zpeřenou žilnatinou jsou po okraji jemně vroubkované (Obr. 13A). Vyskytují se v sušských a doubravských vrstvách.

Alloiopteris essinghi Andrae má dlouhé dvakrát lichozpeřené kopinaté vějíře (Obr. 13B). Lístky jsou velké, vejčité a silně asymetrické. Hluboké zářezy je rozdělují na 3 – 5 tupě zakončených laloků. Vyskyty sušské a doubravské.

Lyginopteris stangleri Stur je tvořen velkými vějíři z vějířků kopinatého tvaru, které jsou řídce rozloženy na hlavním větenu (Obr. 13C).

Lyginopteris baumleri Andrae má vějíře děleny v dlouhé vějířky s paralelními okraji. Nasedají na větenech poměrně hustě a téměř vstřícně (Obr. 13D). Vyskytují se ve vrstvách sedlových, sušských a doubravských.

Sphenopteris adiantoides Schl. je tvořen velkými zpeřenými vějíři, které jsou složeny z dlouze trojúhelníkových vějířků (Obr. 13E). Jejich žilnatina je většinou nezřetelná. Vyskytuje se ve vrstvách petřkovických, hrušovských, jakloveckých a porubských. Jedná se o vůdčí druh pro podstupeň namuru A.

Mariopteris acuta Brongn. má listy protáhlého trojúhelníkovitého tvaru (Obr. 14C). Vejčité lístky se směrem k bázi zužují. Vyskytuje se ve vrstvách sedlových a hlavně ve vrstvách sušských a doubravských.

Mariopteris muricata Schl. s lístky trojúhelního vejčitého tvaru (Obr. 14D) hustě sestavenými vedle sebe rozdělenými zářezy do laloků se vyskytuje v sedlových, sušských a doubravských vrstvách.



Obr. 13. Dokumentace stratigraficky významných zástupců skupiny *Sphenopterides* v české části hornoslezské pánve.

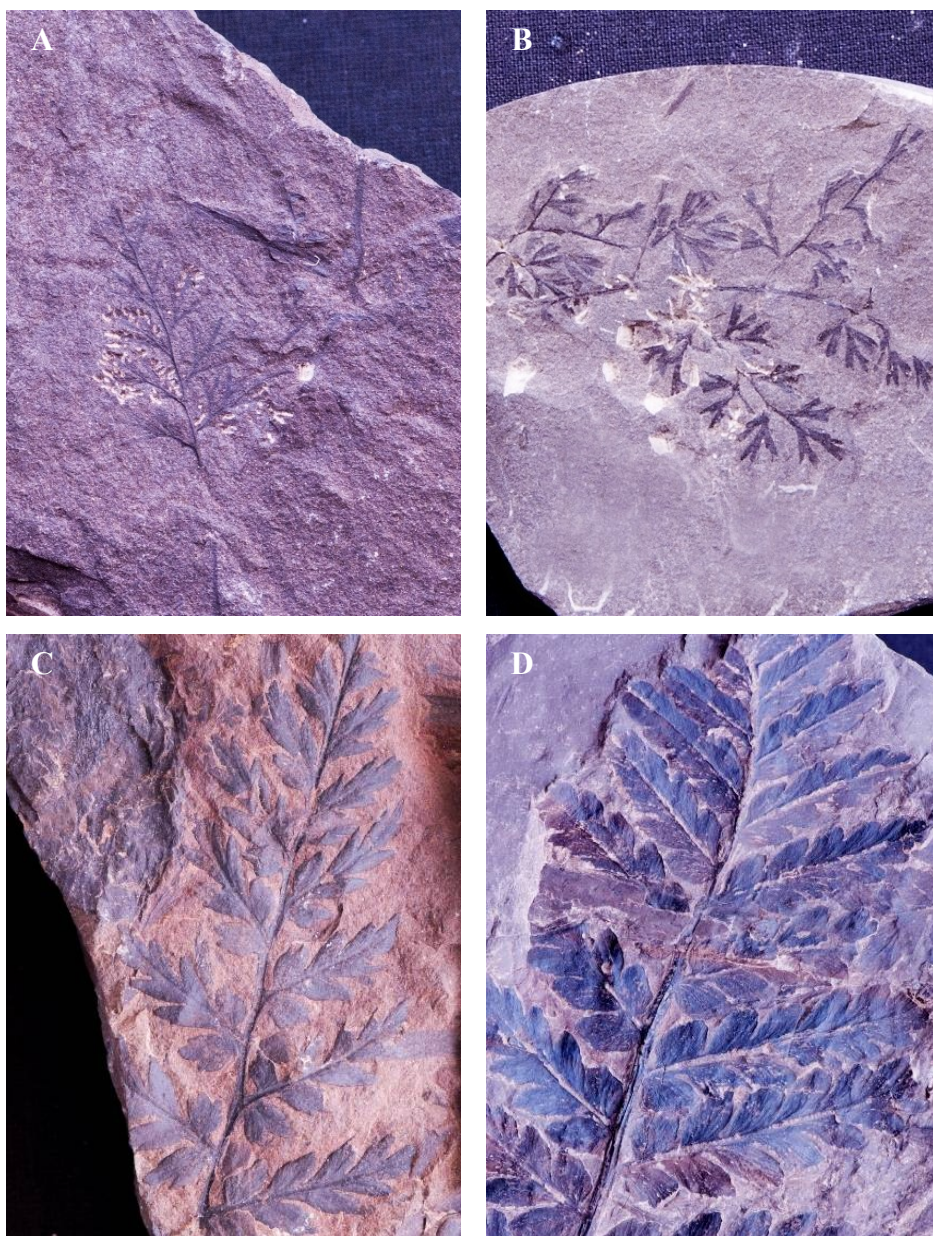
A olistění druhu *Sphenopteris karvinensis*, důl Hlubina, n. 22. sl.

B olistění druhu *Alloiopteris essinghi*, důl Hlubina, n. 23. sl.

C listy druhu *Lyginopteris stangleri*, vrt NP 672, hl. 689,3 m

D olistění druhu *Lyginopteris baumleri*, důl František, n. sl. C, větrné patro

E olistění druhu *Sphenopteris adiantoides*, výchoz nad Odrou, petřkovické vrstvy



Obr. 14. Dokumentace stratigraficky významných zástupců skupiny *Sphenopterides* v české části hornoslezské pánve.

- A olistění druhu *Diplotmema dissectum*, vrt NP 462, hl. 326,8 m, petřkovické vrstvy
 B olistění druhu *Diplotmema subgeniculatum*, vrt NP 507, hl. 574 m, hrušovské vrstvy
 C olistění druhu *Mariopteris acuta*
 D olistění druhu *Mariopteris muricata*

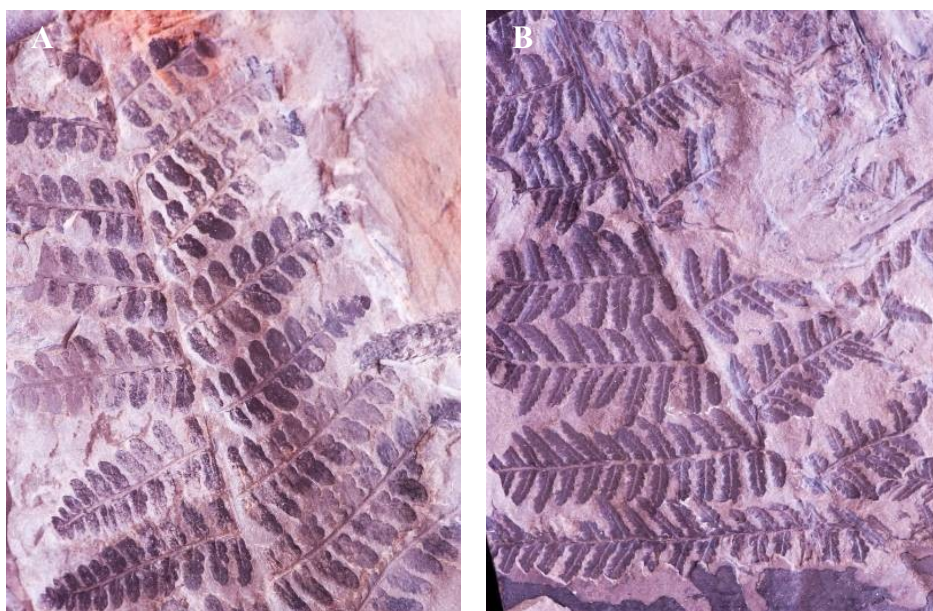
4.5.3 Pecopterides

Zahrnuje velké listy kapradin tvořící ozdobné vějíře, které jsou několikrát lichozpeřené s postranními vějířky a listy protáhlé trojúhelníkového tvaru. Lístky nasedají na větenu celou šířkou báze a jsou často hustě sestaveny vedle sebe. Žilnatina lístků je zpeřená a dosti řídká, protože postranní žilky se jen spoře větví. U některých druhů vyrůstají u báze hlavních větven aflebie. Výtrusnice zvané *Senftenbergia* Corda jsou jednotlivé s čepičkovitým prstencem kolem vrcholu. Výtrusnice zvané *Asterotheca* Presl v počtu 3 až 6 srůstají v hvězdčovitá synangia. Objevují se poprvé ve spodním karbonu a k jejich bujnému rozvoji dochází až ve westphalu. Během triasu jen vymírají.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Pecopteris aspera Brongn. mají listy při bázi vidlicovitě dělené ve dva velké vějíře (Obr.8A). Vřetena listů jsou výrazně tečkovaná a mírně zakřivená. Nacházíme je hojně v ostravském souvrství a jen zřídka v sedlových, sušských a doubravských vrstvách.

Pecopteris plumosa Artis je tvořena velkými několikrát lichozpeřenými vějíři (Obr. 8B). Postranní vějířky jsou úzké a špičatě zakončené. Nacházíme je ve vrstvách sedlových, sušských a doubravských.



Obr.8 Stratigraficky významní zástupci skupiny *Pecopterides*. A olistění druhu *Pecopteris aspera* B olistění druhu *Pecopteris plumosa*.

4.5.4 **Odontopterides**

Význačným znakem této skupiny jsou široce přirůstající lístky do nichž vniká větší počet žilek. Z velké části jde o rostliny kapradosemenné. Mají velké listové vějíře s charakteristickou žilnatinou. Hlavní větveno se rozděluje ve dvě ramena, která jsou olistěna značně nesymetricky. Jejich plodné listy nejsou dostatečně známy. Vyznačují se špatně vyvinutou střední žilkou. Nejhojněji se vyskytují ve stefanu a spodním permu. Stratigraficky významným druhem české části hornoslezské pánve je *Margariopteris pseudocoemansii* Goth. vyskytující se v doubravských vrstvách. Jedná se o lokální druh.

4.5.5 **Alethopterides**

Vějíře dosahují velkých rozměrů a jsou zpeřeně děleny do vějířků protáhlého tvaru, které nesou dlouze jazykovité lístky. Mají charakteristickou zpeřenou či síťovanou žilnatinu s velmi výraznou střední žilkou. Rod *Alethopteris* Sternberg má žilnatinu otevřenou, zpeřenou. Druh *Lonchopteris* Brongn. má žilnatinu síťovanou. Samozřejmě se zde vyskytují i mnohé přechodné typy. Náleží k medulózním pteridospermám. Jejich samčí výtrusnice srůstají často do zvonečkovitého synangia.

Stratigraficky významné druhy české části hornoslezské pánve:

Alethopteris lonchitica Schl. je druhem s velkými vějíři kopinatého až trojúhelníkovitého tvaru. Vějíře jsou zpeřeně dělené v protáhlé vějířky vyššího řádu. Podélně rýhovaná větvena jsou široká a plochá. Nacházíme ji ve vrstvách sedlových, sušských a doubravských.

Alethopteris decurrens Artis má vějíře kopinatého tvaru s vypouklými listy, které jsou vždy řídce rozestavěny. Nalézají se ve vrstvách sušských a doubravských.

Alethopteris parva Potonité se vyznačuje nejmenším vzrůstem z celé skupiny s vějíři vejčitého tvaru. Listy jsou na větenech řídce sestaveny (Obr. 15). Tento druh se vyskytuje v celém ostravském souvrství a je vůdčím druhem pro namur A.

Lonchopteris bauri Andrae má jemnou žilnatinu, která bývá málo zřetelná a podobá se žilnatině alethopterid. Vyskytuje se vzácně v doubravských vrstvách.

Lonchopteris eschweilleriana Andrae je charakteristický lístky trojúhelníkového tvaru, jehož postranní žilky vytvářejí síťovitá oka. Je typický pro doubravské vrstvy.



Obr. 15. Stratigraficky významný zástupce skupiny *Alethopterides*, druh *Alethopteris parva*, vrt NP 221, hl. 550, hrušovské vrstvy

4.5.6 Neuropterides

Tato skupina zahrnuje vějíře velkých rozměrů, které jsou lichozpeřeně či sudospeřeně děleny v podlouhlé kopinaté vějířky. Protáhlé listy jsou často jazykovitého či vejčitého tvaru. Báze hlavního větene je porostlá lístky afleboidního typu. Formy rostlin se zpeřenou žilnatinou označujeme jako *Neuropteris* Brong. Většinou je nacházíme pouze ve formě izolovaných listů.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Neuropteris anatecedens Stur tvoří několikrát lichozpeřené velké vějíře. Postranní vějířky trojúhelného tvaru jsou tvořeny úzkými řídce rozestavenými listy. Mají jemnou, ale hustou žilnatinu se slabou střední žilkou. Vyskytuje se v petřkovických vrstvách, možná i v hrušovských (Purkyňová, 1962).

Neuropteris kosmanni Potonié je typický vějířovitou soustavou z protáhlých vějířků zužujících se k bázi. Jedná se nejspíš o endemický druh, který nacházíme v porubských vrstvách.

4.6 Třída: Cordaitopsida (Kordaity)

Zahrnuje zástupce dnes již vymřelé skupiny kaprad'osemenných rostlin. Skupina dosáhla během karbonu velkého rozvoje, ale v permu vymírá. Její zástupci byli kosmopolitně rozšíření a podíleli se na vzniku uhlí. Rostli na měkkých bažinatých či rašelinných půdách a zdá se, že na mnohých místech tvořili hlavní složku lesa. Třída

obsahuje výlučně jen dřeviny s hladkými kmeny vysokými až 30 m a s větvenou korunou. Důležitými taxonomickými znaky je vnitřní stavba stonků – složení dřeva, povaha dřeně a listových stop.

Kmen je tvořen tenkou kůrou a mohutnou dřevinou, která se trhala na ploténky za vzniku dutin. Dutiny byly vyplňovány kameny a vznikly tak fosilní útvary zvané *Artisia* Stern. V druhotném dřevu nacházíme tracheidy s hustě sestavenými dvůrkami (araukaroidní typ tečkování). Jejich dlouhý rovný kmen byl uchycen v zemi velkými nepravidelně větvenými kořeny. Na opačném konci se rozvětvoval a byl ve spirále porůstán velkými pentlicovitými listy s hustou paralelní žilnatinou.

Kořeny ve fosilních nálezech označujeme jako *Amyelon* Will. a *Rhizocordaites* Westphal. A podle jejich anatomie, kombinované s anatomií kmenů a větví rozdělujeme skupiny v euramerické oblasti na řád *Poroxylales*, řád *Mesoxylales* a řád *Cordaitales*.

Frutifikační soubory, *Cordaianthus* Westphal, tvoří řídké šištice či klasy vyrůstající po jednom z paždí listů a po opadnutí vytvářejí okrouhlé jizvy. Jsou obaleny podpůrnými čárkovitými listeny. Sporangiofory samčích šištic jsou úzké a ploché. Pylová zrna mají kulovitý tvar, triletní jizvu, a jsou vybavena vzdušným vakem. Jedná se o dvoudomé rostliny.

Listy kordaitů, *Cordaitea* Ung., jsou velmi dlouhé a široké a po opadu zanechávají na větvích jizvy. Jejich čepel vyztužuje mechanické pletivo, které na otiscích vytváří nepravé žilky. Otisky kordaitových listů *Cordaitea* Ung. se k potřebám stratigrafie dělí podle geografického rozšíření do skupin v oblastech euramerických a káthaysijských a v oblastech angarsko-sibiřských a gondwanských.. Pro euramerické oblasti jsou typické rody jako *Eucordaitea* Westphal, *Dorycordaitea* Westphal, *Poacordaitea* Westphal a mnohé další (Němec, 1968).

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Nejčastěji se zachovávají listy a semena, z nichž některé příklady zachovalých listů uvedu níže.

Cordaitea borasiifolia Sternberg je list kopinatého tvaru s výraznou žilnatinou. Nacházíme jej ve vrstvách sušských a doubravských.

Cordaitea palmaeformis Goeppert má protáhlé listy kopinatého tvaru (Obr. 16.), které se ke konci zužují v tupou špičku. Je typický pro sedlové, sušské a doubravské vrstvy.

Cordaites principalis Germar je charakteristický široce pentlicovitými listy s typickou žilnatinou, kde se střídá jeden mohutnější cévní svazek s mnoha tenkými žilkami. Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.



Obr. 16. Otisk listu *Cordaites palmaeformis*, důl ČSA, vrt č. 49, h. 16,2 m, sušské vrstvy

4.7 Třída: Ginkopsida (Rostliny ginkovité)

Jedná se o typickou nahosemennou třídu rostlin rozvíjející se především v triasu (Purkyňová, 1962). Její zástupce nacházíme ojediněle již v karbonu. Jedná se o monopodiálně větvené dřeviny s listy sestavenými na brachyblastech (zakrnělých větvičkách) v husté spirále. Některé paleozoické rody řazené do této třídy ale brachyblasty netvořily. V hornoslezské pánvi se praví zástupci této třídy nevyskytují. Byly zde ale zjištěny rody řazené do umělého okruhu *Ginkophyllum* Shimper.

Stratigraficky významní zástupci české části hornoslezské pánve:

Ginkophyllum delvalii Cambier *et* Reiner s velkými klínovitými listy, které byly sestaveny ve spirálách má listy nesterjně hlubokými zářezy dřípeny v nepravidelné díly. Vyskytuje se v sušských a doubravských vrstvách.

5 Závěr

Cílem práce bylo seznámit se s evolucí karbonské flóry v průběhu ukládání pánevní výplně české části hornoslezské pánve a s jejím využitím pro stratigrafii. Po ústupu kulmského moře sedimentovalo ostravské souvrství typické flórou paralických pánví. Docházelo k tvorbě slojí s druhy *Lepidodendron veltheimii*, *Sphenopteris adiantoides*, rodem *Mesocalamites*, lyginopteridní flórou a dalšími. V mimoslojotvorných úsecích pak nacházíme ještě zbytky kulmské flóry, které mizí až v začátku sk. f. h. Enny, a dodávají tak ostravskému souvrství starobylejší ráz (Dopita *et al.*, 1997). Typickým vůdčím druhem celého souvrství je *Sphenopteris adiantoides*. Sedimentace započala ukládáním petřkovických vrstev se sk. f. h. Štúra. Za dobu ukládání prošlo ostravské souvrství výraznými floristickými změnami, které byly způsobeny zejména mořskými transgresemi a změnami paleogeografie pánve. Znalosti střídání asociací rostlinných druhů daly základ členění spodního namuru do tří hlavních floristických zón. Nejstarší (spodní) floristickou zónu spodního namuru nalézáme již v kyjovických vrstvách. Střední a svrchní floristickou zónu spodního namuru pak od sebe odděluje sk. f. h. Enny ležící ve svrchní části hrušovských vrstev. V jakloveckých vrstvách se sk. f. h. Barbory dochází k poslednímu omlazení spodnonamurské flóry.

Po následném hiátu sedimentuje karvinské souvrství tvořené pouze slojemi. Významným horizontem je počva sloje Prokop, ve které nastupuje typicky karvinská flóra namuru B. V karvinském souvrství nacházíme druhy středního a svrchního namuru a spodního westphálu. Zástupci stáří svrchního namuru jsou známi ze sedlových a sušských vrstev a reprezentují je bohaté nálezy kapradinovitých rostlin jako *Sphenopteris nummularia*, *Sphenopteris laurentii*, *Discopteris karwinensis* nebo *Alethopteris valida*. Dochází i k velkému rozvoji sigillarií, lepidodender, kalamitů a kordaitů. Spodními sušskými vrstvami prochází důležité biostratigrafické rozhraní namur/westphal, jehož indexním druhem je *Lyginopteris hoeninghausii*. Stratigraficky vůbec nejmladší společenstva karbonských flór pak zaznamenáváme v doubravských vrstvách, které ukončují sedimentaci karvinského souvrství. Nejmladší floristické asociace jsou známy z okolí Fryštátu nebo Dětmovic (Dopita *et al.*, 1997).

Na závěr ještě přidávám tabulku, která přehledně shrnuje stratigrafické rozšíření floristických druhů významných pro českou část hornoslezské pánve (Tab. 3.).

Tab. 3. Stratigrafické rozpětí druhů nalezených v české části hornoslezské pánve (Dopita et al. 1997)

Střet	floristické zóny	Litolické jednotky a facie	Významné faunistické horizonty a uhlé sloje
	goniatitové zóny		
wespghal A		terigenní	karvinské souvrství
namur svrchní			sedlové vrsity
namur střední			sloj 40 Prokop (504)
wespghal A			sloj 38 (514-522)
wespghal A			sloj 33 (605-606)
wespghal A			sloj 27 (677-678)
wespghal A			sk. f. h. Hubert (XXXI)
wespghal A			sloj 17 (746-748)
wespghal A			sloj 7 (840-841)
wespghal A			doubřavské vrsity
wespghal A			sušské vrsity
wespghal A			potrubské vrsity
wespghal A			jaklovecké vrsity
wespghal A			hrušovské vrsity
wespghal A			sk. f. h. Emry (XVI)
wespghal A			sk. f. h. Barbory (XXI)
wespghal A			sk. f. h. Nanety (IX)
wespghal A			petkovické vrsity
wespghal A			sk. f. h. Štúra
wespghal A			sk. f. h. Kyjovice
wespghal A			sk. f. h. Budšovice
wespghal A			marinní
wespghal A			ostravské souvrství
wespghal A			paralická
wespghal A			Na ₃
wespghal A			Na ₂
wespghal A			E ₂
wespghal A			E ₁
wespghal A			Na ₁
wespghal A			GO ₂
wespghal A			namur spodní

Eleutherophyllum mirabile (STERNB.)
Lepidodendron volkmannianum STERNB.
Lepidodendron veltheimii STERNB.
Lepidodendron obovatum STERNB.
Lepidodendron aculeatum STERNB.
Stigmaria stellata GOEP.
Sigillaria sp. div.
Sphenophyllum tenerrimum ETT.
Sphenophyllum sublaureae PURK.
Sphenophyllum cuneifolium STERNB.
Archaeocalamites scrobiculatus (SCHL.)
Dichophyllites němejci PURK.
Mesocalamites sp. div.
Calamites sp. div.
Asterophyllites grandis STERNB.
Asterophyllites gothanii LEG. et SCHON.
Asterophyllites longifolius WEISS
Annularia radiata BRONGN.
Cardiopteridium waldenburgense ZIMM.
Adiantites sp. div.
Sphenopteridium sp. div.
Rhedeopteridium moravicum (ETT.)
Rhedeopteridium stachei (STUR)
Rhedeopteridium tenue (GOTHAN)
Rhedeopteridium piniforme PURK.
Sphenocyclopteridium bertrandii STOCK. et WILL.
Alloiopteris quercifolia (GOEP.)
Alloiopteris essinghii STUR
Alloiopteris coralloides GUTB.
Sphenopteris adiantoides (SCHL.)
Sphenopteris striatula STUR
Sphenopteris michaeliana GOTHAN
Sphenopteris schwerinii (STUR)
Sphenopteris flexuosissima (STUR)
Sphenopteris obtusiloba BRONGN.
Sphenopteris nummularia GUTB.
Sphenopteris laurentii ANDRAE
Sphenopteris frenzelii (STUR)
Sphenopteris herbacea BOUL.
Diplomema patentissimum (ETT.)
Diplomema subgeniculatum STUR
Diplomema dissectum (BRONGN.)

Střet		floristické zóny	goniatitové zóny	Lithologické jednotky a fáce	Významné faunistické horizonty a uhlé sloje
wespřal A	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	sloj 7 (840-841)
					sloj 17 (746-748)
					sk. f. h. Hubert (XXXI)
					sloj 27 (677-678)
namur svrchní	namur střední	terigenní	karvinské souvrství	sedlové vrstvy	sloj 33 (605-606)
					sloj 38 (514-522)
					sloj 40 Prokop (504)
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenní	dobrušské vrstvy	
namur svrchní	namur střední	namur svrchní	terigenn		

Seznam použité literatury:

- BATEMAN, R.M., DIMICHELE, W.A. et WILLARD, D.A., 1992. *Experimental cladistic analysis of anatomically preserved arborescent lycopsids from the Carboniferous of Euramerica: an essay on paleobotanical phylogenetics*. Annals of the Missouri Botanical Garden 79, 500–559.
- BEERLING, D. J., BERNER, R. A., DUDLEY, R., ROBINSON, J. M., WILDMAN, R. A., 2003. *Phanerozoic atmospheric oxygen*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. Vol. 31: 105-134.
- CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRANIK, Z., 2002. *Geologická minulost České republiky*. Praha. Academia. 1.vydání. 436.
- DIMICHELE, W.A. and PHILLIPS, T.L., 1985. *Arborescent lycopod reproduction and paleoecology in a coal-swamp environment of late Middle Pennsylvanian age (Herrin Coal, Illinois, U.S.A.)*. Rev. Palaeobot. Palynol., 44: 1-26.
- DIMICHELE, W.A. and PHILLIPS, T.L., 1994. *Paleobotanical and paleoecological constraints on models of peat formation in the Late Carboniferous of Euramerica*. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeecology, 106, 39-90.
- DIMICHELE, W.A., PFEFFERKORN, H. W. and Phillips, T. L., 1996. *Persistence of Late Carboniferous tropical vegetation during glacially driven climatic and sea-level fluctuations*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 125, p. 105-128.
- DOPITA, M., HAVELNA V. a PEŠEK J., 1985. *Ložiska fosilních paliv*. Praha. SNTL - Nakladatelství technické literatury. 263.
- DOPITA, M., AUST J., BRIEDA, J., ČERNÝ, I., DVOŘÁK, P., FIALOVÁ, V., FOLDYNA, J., GMELA, A., GRYGAR, R., HOCH, I., HONĚK, J., KAŠTOVSKÝ, V., KONEČNÝ, P., KOŽUŠNÍKOVÁ, A., KREJČÍ, B., KUMPERA, O., MARTINEC, P., MERENDA, M., MÜLLER, K., NOVOTNÁ, E., PTÁČEK, J., PURKYŇOVÁ, E., ŘEHOŘ, F., STRAKOŠ, Z., TOMIS, L., TOMŠÍK J., VALTEROVÁ, P., VAŠÍČEK Z., VENCL, J., ŽIDKOVÁ, S., 1997. *Geologie české části hornoslezské pánve*. 1. vyd. Praha. Ministerstvo životního prostředí ČR. 278.
- DVOŘÁK J., RŮŽIČKA S., 1972. *Geologická minulost Země*. Třetí upravené vydání. Praha. SNTL – Nakladatelství technické literatury. 762.
- GASTALDO, R.A., 1987. *Confirmation of Carboniferous clastic swamp communities*. Nature, 326: 869-871.
- GASTALDO, R., PURKYŇOVÁ, E., SCHMITZ, M., ŠIMŮNEK, Z., 2009. *Ecological persistence in the late Mississippian (Serpukhovian - Namurian A) megafloreal record of the Upper Silesian Basin, Czech Republic*. Palaios -- Roč. 25, č. 5-6 2009
- GOTHAN, W., 1913. Die Oberschlesische Steinkohlenflora. I. Teil. – Abh. Kön. Preuss. geol. Landesanst., neue F., 75
- GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G., SCHMITZ, M. D., OGG, G. M., AGTERBERG, F.P., ANTHONISSEN, D. E., BECKER, T. R., CATT, J. A., COOPER, R. A., DAVYDOV, V. I., GRADSTEIN, S. R., HENDERSON, C. M., HILGEN, F. J., HINNOV, L. A., MCARTHUR, J. M., MELCHIN, M. J., NARBONNE, G. M., PAYTAN, A., PENG, S., Peucker-Ehrenbrink B., Pillans B., SALTZMAN, M. R., SIMMONS, M. D., SHIELDS, G. A., TANAKA, K. L., VANDENBERGHE, N., VAN KRANENDONK, M. J., ZALASIEWICZ, J., ALTERMANN, W., BABCOCK, L. E., BEARD, B. L., BEAU, A. G., BOYES, A.F., CRAMER, B. D., CRUTZEN, P. J., VAN DAM, J. A., GEHLING, J. G., GEHLING, J. G., GIBBARD, P. L., GRAY, E.T., HAMMER, O., HARTMANN, W. K., HILL, A. C., HOFFMAN, P.F., HOLLIS, C. J., HOOKER, J. J., HOWARTH, R. J., HUANG, C., JOHNSON, C. M., KASTING, J.F., KERP H., KORN, D., KRIJGSMAN, W., LOURENS, L. J., MAC – GABHANN, B. A., MASLIN, M. A., MELEZHIK, V. A., NUTMAN, A.P., PAPINEAU, D., PILLER, W. E., PIRAJNO, F., RAVIZZA, G. E., SADLER, P. M., SPEIJER, R.P., STEFFEN, W., THOMAS, E., WARDLAW, B. R., WILSON, D. S., XIAO, S., 2012. *The Geologic Time Scale*. Boston, USA. Elsevier. 1176.
- HAVLENA, V., 1962 *Všeobecná geologie ložisek uhlí*. 1. vyd. Praha. SPN. 268.
- HÝLOVÁ, L., JURECZKA, J., JIRÁSEK, J., SIVEK, M., HÖTÁRKOVÁ, J. Received 24 July 2012
- Received in revised form 2 January 2013. *The Petřkovice Member (Ostrava Formation, Mississippian) of the Upper Silesian Basin (Czech Republic and Poland)*. International Journal of Coal Geology 106 (2013) 11–24.
- MATTE, P., 2000. *The Variscan collage and orogeny (480-290 Ma) and the tectonic definition of the Armorica microplate*. A review. Terra Nova 13, 122-128.
- KACHLÍK, V. *Geologický vývoj České republiky*. Praha (dostupný dne 11.7. 2013 na: <http://prfdec.natur.cuni.cz/IGP/staff/kachlik/reggeol.pdf>)
- KOTYK, M. E., BASINGER, J. F., GENSEL, P. G., 2002. *Morphologically Complex Plant Macrofossils from the Late Silurian of Arctic Canada*. American Journal of Botany 89(6): 04-13
- KRÁLÍK, J., DOPITA, M., 1977. *Uhelné tonsteiny ostravsko-karvinského revíru*. VŠB 1-213. Ostrava. 1-213
- KVAČEK, Z. a kol., 2007. *Základy systematické paleontologie I*. Praha. Karolinum. 228.
- MARTINEC, P., 2005. *Geologické prostředí a geotechnické vlastnosti pokryvu karbonu české části hornoslezské pánve: Geological environment and geotechnical properties covering strata of carboniferous in the Czech part of the upper silesian basin*. Ostrava: Ústav geoniky AV ČR. 147.
- NANCE, R. D., GUTIERREZ-ALONSO, G., KEPPIE, J. D., LINNEMANN, U., MURPHY, J. B., QUESADA, C., STRACHAN, R. A. and WOODCOCK, N. H., 2010. *Evolution of the Rheic Ocean*. Gondwana Research, 17 (2-3). pp. 194-222.
- NĚMEJC, F., 1963. *Paleobotanika II*. Praha. Československá akademie věd. 529.
- NĚMEJC, F., 1968. *Paleobotanika III*. Praha. Československá akademie věd. 478.
- PEŠEK, J., SIVEK, M., 2012 *Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky*. Praha. Česká geologická služba. 200.
- PHILLIPS, T.L., PEPPERS, R.A., DIMICHELE, W.A., 1985. *Stratigraphic and interregional changes in Pennsylvanian coal-swamp vegetation: environmental inferences*. International Journal of Coal Geology 5, 43–110.
- POKORNÝ, V. a kolektiv, 1992. *Všeobecná paleontologie*. 1. vyd. Praha. Karolinum. 296.
- PŠENÍČKA, J., BEK, J., 2008. *Kapradiny hornoslezské pánve a jejich spory in situ*. Geoscience Research Reports for 2008. Czech geological survey, Prague, 2009.
- PURKYŇOVÁ, E., 1962. *Flóra produktivního karbonu ostravsko-karvinského revíru*. 1. vyd. Praha. Ústřední ústav geologický. 27.
- TAYLOR, T.N., TAYLOR, E.L. and KRINGS, M., 2009. *Paleobotany. The biology and evolution of fossil plant*. 2.vyd. Elsevier. 1230.
- Veřejně dostupné internetové zdroje:**
- Ostmuz.cz. Ostravské muzeum, příspěvková organizace. Ostrava. © 2005 - 2013, Created by GrowJOB institute. Dostupné dne 11.7. 2013 na <http://www.ostrmuz.cz>.
- OKD.cz. Společnost OKD, a. s. Ostrava. © 2012 Dostupné dne 11.7. 2013 na <http://www.okd.cz>.
- Paleobiology.si.edu. Smithsonian National Museum of Natural History. Department of Paleobiology. United States. © Copyright 2013. Dostupné dne 21.7. 2013 na <http://paleobiology.si.edu/paleoart/Techniques/pages/reconstruct9.htm>
- Museum.state.il.us. Illinois State Museum. United States. © Copyright 2012. Dostupné dne 21.7. na <http://www.museum.state.il.us>